

Chir.

32

pt



Chir

32  $\frac{1}{2}$  <sup>t</sup>

Boegle



**Bayerische Staatsbibliothek**



**<36644323670018**







Die  
ENTSTEHUNG UND  
VERHÜTUNG  
der  
FUSS-ABNORMITÄTEN

auf Grund einer neuen Auffassung  
des  
Baues und der Bewegungen des normalen  
Fusses.

Mit 39 Abbildungen.

Von  
Dr. C. Boegle, pract. Arzt.



1893.  
München und Leipzig.  
Verlag von J. F. Lehmann.  
Vertretung für die Schweiz: E. SPEIDEL in ZÜRICH.

337e



Verlag von J. F. Lehmann in München.

# Münchener Medicinische Wochenschrift.

Preis franco pro Quartal Mk. 5.—. Herausgegeben von

Probenummern gratis.

Dr. Bollinger, Dr. Heineke, Dr. G. Merkel, Dr. Michel, Dr. H. v. Ranke,  
Dr. v. Schleiss, Dr. v. Winckel, Dr. v. Ziemssen. Redaction: Dr. B. Spatz.

Die Münchener medicinische Wochenschrift bietet, unterstützt durch hervorragende Mitarbeiter, eine vollständige Uebersicht über die Leistungen und Fortschritte der gesamten Medicin, sowie über alle die Interessen des ärztlichen Standes berührenden Fragen. Sie erreicht dies in erster Linie durch zahlreiche werthvolle **Originalarbeiten**, sowie durch **Referate** und **Besprechungen** aller wichtigen Erscheinungen der medicin. Literatur, und **Berichte** über die Verhandlungen der bedeutenderen ärztlichen Congresse und Vereine. Mittheilungen aus der Praxis, Feuilletons, therapeutische und tagesgeschichtliche Notizen, Universitäts- und Personal-Nachrichten, ärztl. Vacanzen etc. geben ferner dem Inhalte der Münchener medicin. Wochenschrift eine unübertroffene Vielseitigkeit.

Eine Gratis-Beilage zur Münchener medicin. Wochenschrift bildet die „**Galerie hervorragender Aerzte und Naturforscher**“; bisher erschienen die Porträts von Koch, v. Nussbaum, Lister, v. Pettenkofer, Pasteur, v. Naegeli, v. Gudden, v. Scanzoni, v. Helmholtz, Virchow, v. Volkmann, v. Seitz, v. Brücke, v. Baer, Credé, Thiersch, Heineke, Langenbeck, Graf, Biermer, Billroth

## J. F. Lehmann's medicin. Buchhandlung Leihinstitut für medicin. Litteratur

empfiehlt ihr ausserordentlich reichhaltiges Lager an medicin. Litteratur in antiquarischen und neuen Exemplaren. Fachkataloge stehen gratis und franco zur Verfügung.

### Ankauf von Bibliotheken und einzelnen Werken

zum höchsten Taxwert gegen Baarzahlung und **Annahme von gebrauchten Büchern** als Zahlung für Bücherlieferungen.

Zusammenstellung der für Examenarbeiten erforderlichen Litteratur  
und Lieferung derselben käuflich oder leihweise.

**Abonnements auf sämtliche Zeitschriften des In- und Auslandes bei pünktlicher und portofreier Zusendung.**

Ich bitte meine Antiquariatskataloge und Bezugsbedingungen zu verlangen.

Im Winter 1892 beginnt zu erscheinen:

## Bibliothek medicinischer Klassiker

Herausgegeben von

Dr. med. J. Ch. Huber und Dr. phil. H. Lüneburg  
k. Medicinalrath in Memmingen in München

Band I: Soranus von Ephesus, Frauenkrankheiten und Geburtshülfe. Uebersetzt von Dr. H. Lüneburg, mit einem kritischen Kommentar versehen von Dr. J. Ch. Huber. 12 Bogen. Preis circa M. 4.—.

An diesen Band werden sich die Werke von Hippokrates, Celsus, Galen u. A. anschliessen.

### Studien zur vergleichenden Entwicklungsgeschichte des Wirbelthierkopfes.

**Gestützt auf Arbeiten  
über die Entwicklung des Störs und der Neunaugen.**

Von Professor Dr. Ritter C. von Kupffer.

1. Lieferung. gr. 8<sup>o</sup>, circa 10 Bogen Text mit zahlreichen lithograph. Tafeln.  
Preis circa M. 10.—.



Die  
ENTSTEHUNG UND  
VERHÜTUNG  
der  
FUSS-ABNORMITÄTEN

auf Grund einer neuen Auffassung  
des  
Baues und der Bewegungen des normalen  
Fusses.

Mit 39 Abbildungen.

Von  
Dr. C. Boegle, pract. Arzt.



1893.

München und Leipzig.

Verlag von J. F. Lehmann.

Vertretung für die Schweiz: E. SPEIDEL in ZÜRICH.







# Inhalts-Verzeichniss.

---

|                                                                              | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort                                                                      |       |
| Einleitung . . . . .                                                         | 1     |
| I. Fussgelenke . . . . .                                                     | 6     |
| II. Kombination der Bewegungen von zwei und mehr Gelenken . . . . .          | 32    |
| III. Antagonistentheorie . . . . .                                           | 39    |
| IV. Muskelfunktionen . . . . .                                               | 43    |
| V. Muskelfunktionen beim Gehen . . . . .                                     | 65    |
| VI. Muskelfunktionen beim Stehen . . . . .                                   | 68    |
| VII. Umwandlung der Fussform des Neugeborenen in diejenige bei Erwachsenen   | 72    |
| VIII. Plattfussbildung . . . . .                                             | 78    |
| IX. Ursache und Verlauf der häufigsten Formen von Plattfussbildung . . . . . | 104   |
| X. Die übrigen erworbenen Fussdifformitäten . . . . .                        | 120   |
| XI. Zur Behandlung des Anfangsstadiums des erworbenen Plattfusses . . . . .  | 125   |
| XII. Schluss . . . . .                                                       | 134   |

---







## Vorwort.

---



DER Inhalt dieser Schrift schliesst sich an meine vor einigen Jahren veröffentlichte Abhandlung »*Ueber den Mechanismus des menschlichen Ganges und die Beziehungen zwischen Form und Bewegung*« eng an. Wenn dort die Untersuchungen der natürlichen Bewegungen des gesammten Körpers beim Gehen zum Verständniss der anatomischen Formen der Organe führte, so gelangen wir hier unter Führung von Seite dieser Formen, speziell der Gelenke, bei künstlicher Bewegung — kongruentem Schleifen — zur Kenntniss der Bewegungen eines einzelnen Körperabschnittes, des Fusses.

Das Ergebniss unserer Forschung weicht wesentlich ab von den heute geltenden, nicht sehr von einander verschiedenen Theorien der Mechanik der Fussgelenke, deren oft gerühmte Einfachheit nicht auf einer zutreffenden Charakterisirung des Wesentlichen, sondern auf ihrer Einseitigkeit beruht. Es ist allerdings leichter, sich eine Bewegung von Körpern um nur eine Achse zu denken, als eine solche um die drei Raumachsen, einfacher eine Bewegung von Punkten in einer Ebene, als im Raume. Allein diese Rücksicht darf nicht bestimmend sein für die Aufstellung einer Theorie, welche uns in die Geheimnisse des Baues und der Funktionen unseres Bewegungsapparates einweihen und zu praktischen Folgerungen berechtigen soll. Jeder Zwang, den wir von einseitiger Auffassung ausgehend, den bestehenden Verhältnissen anthun, rächt sich durch



zahlreiche verwirrende Widersprüche und Irrthümer, welche die anfängliche scheinbare Einfachheit sehr bald in ein anderes Licht stellen.

Haben wir uns einmal mit der unserer Vorstellung zwar weniger geläufigen, aber für den Organismus typischen kombinierten Gelenkbewegung vertraut gemacht und begegnen wir derselben überall im Körper wieder, so sind wir dem Verständniss des Ganzen wie des Einzelnen näher gerückt, da wir damit ein gemeinsames Gestaltungs- und Bewegungsprinzip kennen gelernt haben, dessen Verwirklichung in den verschiedenen Körperregionen nur unwesentlichen, durch ihre besondere Oertlichkeit und Bestimmung bedingten Modifikationen unterworfen ist, und aus welchen sich die physiologischen und pathologischen Erscheinungen zwanglos von selbst ergeben.

Für die freundliche Bewilligung zweckdienlichen anatomischen und klinischen Materials spreche ich den Herren Geheimräthen Prof. Dr. Gegenbauer und Prof. Dr. Arnold in Heidelberg, sowie den Herren Obermedizinalräthen Prof. Dr. Bollinger, Geh. Medizinalrath Prof. Dr. v. Winckel und Herrn Prof. Dr. Angerer, hier, meinen verbindlichsten Dank aus.

München, im August 1892.

Dr. C. Boegle.



## Einleitung.

---



INE der ersten und nächstliegenden Forderungen für das Gleiten von Gelenkkörpern aufeinander ist das Prinzip des kongruenten Schleifens, wie es schon von A. Fick im Jahre 1853 aufgestellt wurde.

Da beim menschlichen Organismus nirgends ein Gleiten zwischen ebenen Flächen vorkommt, sondern immer rotirende Bewegungen um Achsen, und die Geometrie für solche Bewegungen, wenn die Flächen dabei kongruent schleifen sollen, nur Rotationskörper und Schrauben kennt, so glaubte man damit schon den Umfang der möglichen mathematischen Körper bestimmt, in den ein Gelenkkörper des menschlichen Organismus überhaupt einzureihen wäre.

Ob es sich dabei um Kugeln, Cylinder oder Kegel als Grundkörper handelte, hatte dann entweder die Bestimmung der äussern Form der Flächen oder der Bewegungsformen der sich im Gelenk verbindenden Organe oder Beides zugleich zu entscheiden.

Was die Bestimmung der Gelenkoberfläche anbelangt, so bietet dieselbe wegen der Kleinheit und des beschränkten Umfangs, sowie wegen der individuellen Verschiedenheiten und eventueller pathologischer Abweichungen, resp. erworbener Difformitäten grosse Schwierigkeiten. Man begegnet desshalb trotz scheinbar exakter mathematischer Bestimmung derselben von Seite der verschiedensten Autoren selbst bei denjenigen Gelenken, welche die relativ grössten Dimensionen aufweisen, sehr von einander abweichenden Ansichten schon über die Natur der ihnen zu Grunde liegenden Körper.

Die Untersuchung der Bewegung aber muss sich überall auf normale natürliche Bewegungen beschränken, wie sie durch den Gelenk- und Muskelmechanismus bedingt sind und jede aktive oder passive Zwangsbewegung ausschliessen, bei der die Gelenkkörper auf Kosten des kongruenten Schlusses der Flächen in abnorme Bahnen gedrängt würden. Die Registrirung derselben beim Lebenden stösst jedoch, besonders bei nahe zusammengedrängten Gelenken wie denjenigen des Fusses auf zahlreiche Hindernisse. In der Tiefe verborgen, häufig ohne scharf prominirende, der Untersuchung zugängliche Stellen, betheiligen sie sich meist gemeinsam und gleichzeitig an der Gesamtbewegung des Skeletttheils, aus der die



Einzelbewegungen nicht isolirbar sind. Ganz besonders erschwerend für die direkte Untersuchung ist der Umstand, dass sie nicht in einer Ebene, sondern im Raume vor sich gehen. Ausserdem unterliegen sie gemäss den individuellen Verschiedenheiten und pathologischen Veränderungen der Gelenkflächen und -Körper entsprechenden Variationen und Störungen ihres normalen Verhaltens, hängen ferner von dem augenblicklichen Zustand der Muskeln und Nerven ab und können auch von den durch angenommene Gewohnheiten und Abnormitäten im Gesamtkörperbau beeinflussten Allgemeinbewegungen mitbestimmt werden.

Angesichts dieser Schwierigkeiten ersetzte man die natürlichen Bewegungen durch künstliche, welche an den isolirten Gelenken der Leiche ausgeführt wurden. Weil aber durch die Untersuchung die Beschaffenheit der mit den Händen vorzunehmenden Bewegung der Gelenkkörper erst zu ermitteln war, so erforderte deren Ausführung ein leitendes Prinzip, als welches man dann das kongruente Schleifen betrachtete. Dieses aber führte zur Annahme, dass die Grundkörper der Gelenkformen Rotationskörper und die Bewegungen somit Rotationsbewegungen um eine einzige Achse sein müssten.

Es zeigte sich jedoch bald, dass die Bewegungen um nur eine feste Achse nirgends rein waren, dass sich andere Elemente beimischten — Rotationen um Achsen, deren Richtungen sich mit jener kreuzten.

Für kleinere Gelenke mit scheinbar weniger typischem Bewegungsmodus beschrieb man nun im Allgemeinen Modifikationen von Rotationsflächen, welche bei einiger Veränderlichkeit ihrer Form und nicht zu hohen Ansprüchen an genaues Schliessen der Flächen noch Drehungen um andere Achsen zuliessen, so A. Fick<sup>1)</sup> »*Die Gelenke mit sattelförmigen Flächen*« und Henke<sup>2)</sup> »*Die Walzen- und Sattelgelenke*«, überliess es aber im speziellen Fall dem Leser, denjenigen Theil der Bewegung, der zum Schema der einfachen Rotation um eine einzige Achse nicht passte, in beliebigen Zusammenhang mit den erörterten Modifikationen des Schemas zu bringen.

Bei grösseren Gelenken mit deutlicher in die Erscheinung tretendem Bewegungstypus dagegen war man schon genöthigt, die Beziehungen zwischen den verschiedenen Rotationen desselben eingehender zu behandeln.

Beim Kniegelenk machte zuerst H. v. Meyer<sup>3)</sup> auf eine sogenannte Schlussrotation bei Streckung, bzw. Anfangsrotation bei

---

1) Zeitschrift f. rat. Med. v. Henle u. Pfeuffer. N. F. IV. Bd., 1854, S. 314.

2) Handb. d. Anat. u. Mechanik d. Gelenke v. Ph. J. W. Henke. Leipzig u. Heidelberg 1863, S. 18—20.

3) H. Meyer, Die Mechanik des Kniegelenks. Reichert's u. Dubois-Reymond's Archiv, 1853, S. 548—573.



Beugung desselben aufmerksam und statuirte demgemäss zwei verschieden gerichtete Achsen für zwei getrennte Abtheilungen der Gelenkflächen, welche verschiedenen Gelenkskörpern angehören sollten.

C. Langer<sup>1)</sup> wies später nach, dass sich die sogenannte Schlussrotation H. v. Meyer's gleichmässig auf die ganze Dauer der Kniestreckung vertheile, dass die Rotationsachse nicht feststehe, sondern stetig ihre Richtung ändere, dass sie selbst rotire und mache, indem er die Rotationsfläche aufgab, auf den conchoidalen Charakter der Kniegelenkflächen aufmerksam

Henke<sup>2)</sup> nahm zwei in einer Ebene befindliche quere, aber jederseits schief in die Höhe gerichtete Achsen an, welche durch ihre schiefe Stellung der Rotation um eine quere Achse noch einen Antheil einer Drehung um eine senkrechte Achse hinzufügen sollte. An dem Charakter des Gelenks als Rotationsgelenk wird dadurch selbstverständlich nichts geändert. Die rotirenden Punkte weichen nicht von ihrer Kreisebene ab; die Knochen bewegen sich stets nur charnierartig gegeneinander und eine Drehung um ihre Längsachsen ist dabei ausgeschlossen. Dies Verhalten entspricht aber der Wirklichkeit nicht, Ober- und Unterschenkelknochen drehen sich während der ganzen Dauer ihrer Flexions- und Extensionsbewegung um ihre Längsachsen, wie leicht nachweisbar ist. Die Bedeutung der Schiefheit der Achse ist eben nur eine relative und zwar mit Beziehung auf die Längsachse des rotirenden Körpers oder gewisser Theile desselben, oder aber mit Rücksicht auf den Beobachter. Ist die Längsachse des rotirenden Körpers der Umdrehungsachse parallel, so umschreibt sie einen Cylinder, schneidet sie sich mit ihr in spitzem Winkel, so hat der durchmessene Raum die Form eines Kegels. In Bezug auf den Beobachter kann die Achse vertikal oder horizontal und im letzteren Fall entweder frontal oder sagittal gestellt sein; sie kann ferner eine Lage zwischen je zwei Achsen der genannten Richtungen haben, also in einer horizontalen, frontalen oder sagittalen Ebene liegen. In diesem Fall wird man ihre Stellung bestimmen durch Angabe der beiden Achsen, zwischen denen sie sich befindet. Sie kann aber ausserdem auch in einer Ebene liegen, welche weder frontal noch horizontal gerichtet, sondern eine Zwischenstellung davon einnimmt.

Die Bewegung an sich aber um die schiefe Achse bleibt unter allen Umständen eine einfache Rotationsbewegung um nur eine Achse. Sie ist nicht zusammengesetzt und es gibt keine Komponenten, in welche man sie auflösen könnte.

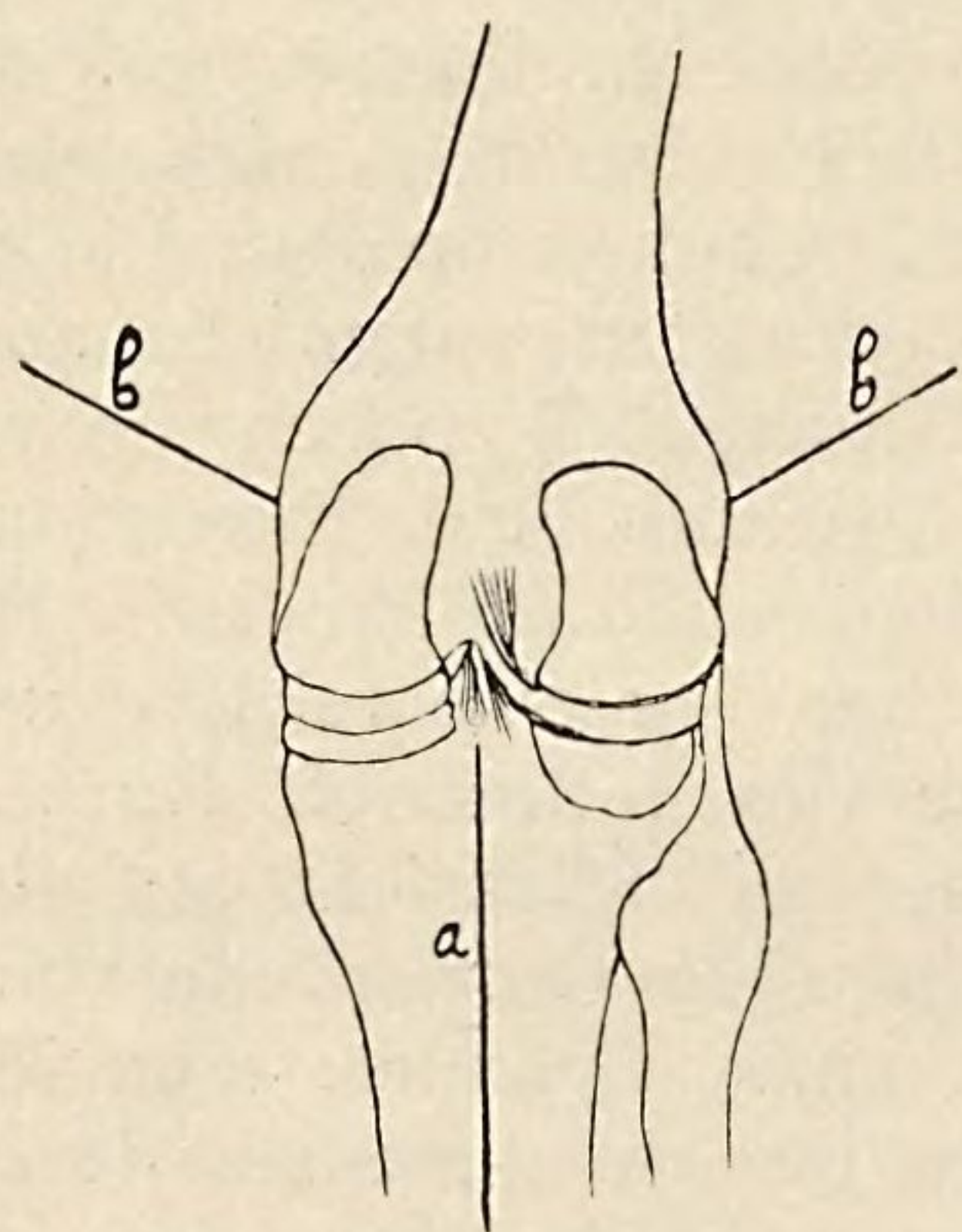
---

1) C. Langer, Das Kniegelenk des Menschen. Sitzungsbericht der mathem. naturw. Klasse d. k. Akad. d. Wissensch. XXXII. Bd., 1858, S. 99 u. f.

2) Henke, Die Bewegungen des Kniegelenks. Zeitschr. f. rat. Med. III. R., VIII. Bd., 1859.



Zur Auffindung seiner schiefen Achse benützte Henke die Spurlinien, welche in den hintern festeren Theil der Bandscheiben eingesteckte Nadeln auf dem entsprechenden Abschnitt der Condylenfläche des Femur während der Bewegung zurückgelassen hatten. Diese Spurlinien besaßen einmal die Flexionskrümmung der Condylen, zeigten aber auch noch eine zweite zu jener senkrechte Krümmung, indem sie, wie sowohl aus ihrer Zeichnung<sup>1)</sup> als aus deren Beschreibung<sup>2)</sup> hervorgeht, auch »noch ein wenig konkav gegen die Incisur hin gebogen« waren. Durch diese Raumkurven legte nun Henke einen Sägeschnitt, erhielt dabei ein — kreisförmiges Profil der Condylusfläche, suchte dann dessen Mittelpunkt auf und errichtete in ihm auf der Sägeebene ein Loth, das nun die Achse darstellen sollte.



*a* verticale, *b* schiefe Achsen des Kniegelenks, nach Henke

Fig. 1.

Beide mit ihrem äusseren Ende nach oben gerichtete, also sich schneidende Achsen der Condylen (*b* Fig. 1, welche Fig. 51 des »*Handbuchs der Anatomie und Mechanik der Gelenke*« von Henke wiedergibt) sollen, wie Henke sagt, eine in ihrer Schiefheit gelegene gemeinsame transversale und je eine zweite, jedem Condylus eigene vertikale Komponente besitzen. Um nun die unmögliche Rotation der zu einem in sich unbeweglichen Ganzen verbundenen Condylen um zwei sich kreuzende Achsen dennoch zu Stande kommen zu lassen, betrachtet Henke die nur für die theoretische Lagebestimmung existirenden Komponenten als in Wirklichkeit vorhandene Achsen, lässt die Condylen um die transversale rotiren, überträgt dagegen die Rotation um die vertikale, die dieselben nicht gleich-

zeitig nach entgegengesetzten Richtungen ausführen können, den Bandscheiben.

Er substituirt somit der einfachen Drehung um seine schiefe Achse zwei rechtwinklig gegeneinander gerichtete Drehungen, welche von jedem der beiden Körper gesondert vollzogen werden sollen, erklärt dann die Drehung des Femurcondylus um die transversale als die im oberen Gelenkpaar in Wirklichkeit allein in die Erscheinung tretende und bringt hier die Drehung der Bandscheibe um die

1) Zeitschr. f. rat. Med. v. Henle u. Pfeuffer. III. R., VIII. Bd. Taf. IV, Fig. 14.

2) ibid. S. 103.



Vertikale bis auf einen gewünschten Rest auf der lateralen Hälfte dadurch ausser Rechnung, dass er sie durch die in entgegengesetzter Richtung stattfindende Drehung derselben Bandscheibe um eine Vertikale im unteren Gelenkpaar kompensiren lässt.

Als speziellen Fall wählt Henke die sitzende Stellung, bei welcher der Oberschenkel horizontal auf dem Stuhle ruht und der Unterschenkel rechtwinklig von ihm herabhängt. Beim Aufstehen sollen sich nun die Condylen um die transversale Achsencomponente in den Pfannen der Bandscheiben zur Streckung drehen, um die senkrechte Komponente dagegen sollten statt der Condylen die Bandscheiben rotiren und zwar jede in der der anderen entgegengesetzten Richtung von der Seite nach vorn hin.

Wenn es nun aber dem Sitzenden auch einmal beliebte, seinen Unterschenkel gegen den Oberschenkel zu strecken, so müsste doch die Bandscheibe jede der beiden Rotationen gleichzeitig und ebenso gesondert ausführen, wie es vorher von Seite beider sich bewegendem Gelenkkörper geschah, was einerseits unmöglich, andererseits mit dem Begriff eines Rotationsgelenkes mit Drehung um nur eine Achse nicht im Einklang stehen würde. Man wird nicht einwenden wollen, dass sie dann wieder nur die Resultirende aus den beiden Bewegungen ausführen würde. Denn die relative Bewegung der Gelenktheile im Innern muss ganz dieselbe bleiben, ob der Oberschenkel sich gegen den Unterschenkel oder dieser sich gegen jenen bewegt; die Bandscheibe kann sich nicht im ersten Fall anders drehen als im zweiten.

Nun sollen aber die Richtungen der beiden schiefen Achsen der Condylen nach Henke auch noch von der Frontalebene in der Weise abweichen, dass sie nach vorn etwas konvergiren, wodurch zur Drehung der Bandscheibe um die Vertikale eine seitliche Drehung derselben um eine sagittale Achsenkomponente hinzukomme.

Selbstverständlich gilt auch für diese weitere Zerlegung ebenso wie für die erste, dass man die zur Definirung der Lage oder Stellung eines Theiles einer mechanischen Einrichtung gegenüber anderen Theilen derselben gebrauchte theoretische Hilfskonstruktion nicht einfach an Stelle jenes Theiles setzen darf, um sie dann als faktisch vorhanden mit den übrigen Theilen der Einrichtung in reale Beziehungen zu bringen.

Auf diese unzulässige Verwendung der Schiefheit einer Achse mache ich schon gleich hier aufmerksam, weil sie sich auch für die uns im Folgenden interessirenden Fussgelenke Geltung zu verschaffen gewusst hat, wo sie in analoger Weise wie beim Knie die vermeintlichen Ungenauigkeiten im Gelenkbau ausgleichen sollte. Ohne Zweifel ist sie hier, wie auch bei den übrigen Körpergelenken, das Haupthinderniss für das Verständniss der Gelenk- und Muskelmechanik.

---



# I.

## Fussgelenke.

a) *Articulatio talo-calcanea*. — Gelenkverbindung zwischen Sprung- und Fersenbein.

### § 1.

Die Gelenkfläche des Kalkaneus im untern Sprunggelenk ist nach C. Langer<sup>1)</sup> Abschnitt eines Kegelmantels, dessen Spitze gegen das Sustentaculum tali hin gerichtet ist. Von hier aus gegen die Mitte der äusseren Calcaneusfläche soll die Achse des Gelenkes ziehen und mit der Längsachse des Fusses einen Winkel von  $45^0$  bilden. Die Drehung im Gelenk habe zufolge der schiefen Stellung derselben zwei Komponenten, wovon die eine um die sagittale (Supination und Pronation), die andere um die frontale Achse (Dorsal- und Plantarflexion) geschehe. Die Ganglinien, d. h. die Linien, welche durch die Spitzen von in den Talus eingeschlagenen Stiften während der Bewegung auf der Calcaneusfläche eingeritzt werden, sind nach Langer etwas schief nach aussen gerichtet und das Gelenk besitze deshalb einen schraubenförmigen Charakter.

Henle<sup>2)</sup> hält die Calcaneusfläche für ein Stück einer Cylinderfläche von 28 mm Radius. Die Achse soll schief von hinten aussen nach vorn innen gehen und mit der Längsachse des Fusses einen Winkel von  $30^0$  einschliessen, so dass sie bei auswärts gesetzten Fussspitzen gerade von hinten nach vorn verlaufe. Eine Verschiebung des Talus nach vorn während seiner Rotation um die Achse hält Henle für ausgeschlossen, einmal wegen des Widerstandes der Bänder, dann wegen des Anstossens des Taluskopfes an der Pfanne des Kahnbeins und wegen der in manchen Fällen sehr steilen Lage der Talokalkanealgelenkflächen.

Im Gegensatz zu diesen beiden Autoren begnügt sich H. von Meyer<sup>3)</sup> nicht mit der Schiefheit der Gelenkachse, um aus ihren Komponenten die Existenz gleichzeitiger Rotationen um verschie-

---

1) C. Langer, Ueber das Sprunggelenk der Säugethiere und des Menschen. Denkschr. d. mathem. Klasse d. k. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien. XII. Bd. 1856.

2) J. Henle, Handbuch d. systemat. Anatomie. Bänderlehre.

3) G. H. Meyer, Die Statik und Mechanik des menschl. Knochengerüsts. Leipzig 1873.



dene Achsen bei der Gelenkbewegung zu erklären. Da er aber auch hier wie beim Kniegelenk daran festhält, dass das Gelenk ein Rotationsgelenk sein müsse, so geräth er auf dasselbe Auskunftsmittel, wie dort und trennt, nicht etwa nur im Interesse der theoretischen Schematisirung, sondern mit voller Geltung für das wirkliche Verhalten, die im ganzen Bewegungsumfange vorhandene unzertrennliche, gleichzeitige und gleichmässige Kombination verschiedener Rotationen in zwei nach Ort und Zeit auseinander zu haltende Drehungen um zwei verschieden gerichtete Achsen. Dem entsprechend findet er durch künstliche Weiterbildung der Kalkaneusfläche, dass in derselben zwei ganz verschiedene Körper enthalten seien. Der Grundkörper der äusseren Abtheilung der Fläche soll ein sehr stumpfwinkliger Kegel sein und seine Achse, welche er »die untere schiefe Astragalusachse« nennt, vom tuberculum ext. des tuber calc. zur Mitte des oberen Randes der Gelenkfläche des Taluskopfes, also von aussen hinten schief aufsteigend nach vorn innen gehen. Um sie soll die Bewegung bei Feststellung des Fusses erfolgen.

Die innere obere Abtheilung der Fläche dagegen soll einem einachsigen Rotationskörper angehören, dessen Achse mehr horizontal von hinten aussen nach vorn innen verlaufe und der Bewegung des freischwebenden Fusses bestimmt sei.

Mit um so grösserem Nachdruck suchte Henke<sup>1)</sup> zu beweisen, dass die Schiefheit der Astragalusachse vollständig zur Erklärung der kombinierten Bewegung im Talotarsalgelenk ausreiche. Henke, welcher die ganze Kalkaneusfläche als einem flachen Kegel ähnlich erklärte, suchte die vermeintliche Rotationsachse für die Bewegung des Talus am Kalkaneus und Kahnbein dadurch genau zu bestimmen, dass er einfache Rotationsbewegungen zwischen den Knochen ausführte und in der Richtung der dazu gehörigen Achse Stifte in die Knochen einsteckte, welche er durch probeweises Hin- und Herbiegen soweit einstellte, dass sie sich nur wenig mehr bewegten und darum die Richtung der wahren Achse anzeigen sollten. Die so gefundene Achse sollte etwa der unteren schiefen Astragalusachse v. Meyer's entsprechen, also eine schiefe Richtung von hinten unten aussen nach oben vorn innen haben, gegen die Horizontale und Vertikale etwa gleich geneigt und für die Artikulation des Talus mit beiden Knochen dieselbe sein; ja auch die Bewegung zwischen Fersen- und Würfelbein sollte um sie stattfinden.

Die Drehung um diese Achse hatte in Folge ihrer schiefen Stellung für jede der drei Bewegungsrichtungen im Raume je eine Komponente, und zwar in jedem Momente der Gelenkbewegung, so dass die Kombination verschiedener Rotationen scheinbar stets vor-

---

1) Henke, Handbuch der Anatomie u. Mechanik der Gelenke. Leipzig 1863.



handen war und kein Grund vorzuliegen schien, noch nach weiteren Achsen zu suchen. Henke glaubte damit die Frage nach dem Charakter der Gelenkflächen und ihrer Bewegungen in so einfacher und genügender Weise gelöst zu haben, dass er seine eigenen früheren Bemühungen, sowie diejenigen von Langer, die kombinierten Bewegungen aus Schraubenflächen abzuleiten, für unnötig künstliche Bestimmungen erklärte<sup>1)</sup>. Die auf eine schraubige Bildung hindeutende Verschiebung der Gelenkkörper aneinander wurde als eine Art Ungenauigkeit im Mechanismus aufgefasst, die wieder durch andere Ungenauigkeiten kompensiert werde. Zudem war sie bei verschiedenen Individuen in verschiedenem Grade vorhanden und liess sich bei künstlicher Bewegung der Knochen gegeneinander unterdrücken. Entsprechend der schiefen Achse sollte nun der Fuss, dessen übrige Gelenkverbindungen als Amphiarthrosen fast keine Bewegung zulassen und daher als nahezu steifes Ganzes zu betrachten seien, im Talotarsalgelenk während einer einfachen Rotation folgende Bewegungen machen: 1. Drehung der Fusssohle median- und lateralwärts um eine sagittale Komponente, 2. Hebung und Senkung der Fussspitze um eine frontale und 3. Drehung der Fussspitze median- und lateralwärts um eine vertikale Komponente.

In der That kommen solche Bewegungen normaler Weise dem Mechanismus des Talotarsalgelenkes zu und es scheint auf den ersten Blick die schiefe Achse zur Erklärung auszureichen, womit dann auch der Charakter des Gelenkes als einfaches Rotationsgelenk gerettet wäre. Allein bei genauerem Eingehen ergeben sich doch viele und gewichtige Abweichungen des wirklichen Verhaltens des in Rede stehenden Bewegungsmechanismus von demjenigen einer einfachen Rotation.

Betrachtet man zunächst die Art und Weise, wie die Bewegung des Talus auf dem Kalkaneus oder dieses letzteren auf jenem um die schiefe Achse künstlich ausgeführt wird, so fällt sofort auf, dass das Prinzip des kongruenten Schleifens verlassen wird, indem die Gelenkflächen nach Bedürfniss in solche Stellungen gegen einander gebracht werden, dass sie sich nur noch mit den Rändern berühren. Sämtliche Autoren, die in der Auffassung dieses Gelenkes als einfaches Rotationsgelenk Henke gefolgt sind, sprechen von einem inkongruenten klaffenden Gleiten der Flächen mit Anstossen gegen einander und von Knochenhemmungen.

Damit geben sie aber das einmal richtig ausgesprochene Prinzip des kongruenten Schleifens wieder auf, um den aus ihm irriger Weise gefolgerten Charakter des Gelenkes als Rotationsgelenk aufrecht zu halten.

---

1) C. c. S. 264.



Mit vollem Recht muss dagegen am kongruenten Schleifen in Wirklichkeit festgehalten werden. Denn, wenn auch bei etwaigem Klaffen von Gelenkflächen die entstehenden Räume sofort mit Gelenkflüssigkeit oder Fettgewebe wieder ausgefüllt würden, so hätte dies für die Druckvertheilung auf der Fläche doch keinen Nutzen, da ja die ausfüllende Substanz nur unter dem gleichen Drucke wie das benachbarte Gewebe stünde, welcher vom Luft- bzw. Blutdruck abhängig ist, nicht aber unter dem Druck des Körpergewichtes, unter welchem die Gelenke stehen. Die ungleiche Druckvertheilung auf den Gelenkflächen müsste sehr bald zu modellirenden Veränderungen an denselben führen, die ihren jeweiligen Abschluss immer erst tänden, wenn für eine bestimmte periodische und vorwiegende Bewegungsrichtung ein kongruentes Schleifen für den ganzen Umfang der Gelenkbewegung hergestellt wäre.

Damit übereinstimmend ist auch die bekannte Thatsache, dass Durchschnitte durch das Talokalkanealgelenk, sowie auch durch andere Gelenke, solange sie nicht durch pathologische Vorgänge direkt verändert sind, im gefrorenen Zustand nach den verschiedensten Richtungen ausgeführt, niemals ein Klaffen der Flächen zeigen, in welcher Stellung sie auch durch das Gefrieren fixirt worden sein mögen.

Wir dürfen für sicher annehmen, dass in allen Fällen, in welchen bei Bewegungsversuchen zwischen Talus und Kalkaneus es zum Klaffen kommt in dem Sinne, dass der eine der Knochen nur noch auf mehr weniger breiten Randzonen der Fläche des anderen gleitet, während sich der zwischen ihnen gelegene Theil derselben von der gegenüberliegenden Fläche abhebt, — dass dann die vorgenommene Bewegung entweder eine atypische, wie die künstliche Rotation um die Henke'sche Achse, ist, die normalerweise beim Lebenden überhaupt nie oder doch nur in Folge von Gewalteinwirkung vorkommt, oder, wenn sie wirklich typisch ausgeführt wurde, dass dann die Gelenkfläche eine von der normalen Form abweichende Gestaltsveränderung erlitten hat, welche auch beim Lebenden die typische Bewegung nicht mehr erlaubte.

Dass beim Talokalkanealgelenk solche Veränderungen in allen Graden und Abstufungen überaus häufig vorkommen und die abnormen Gelenkflächen die Regel, die normalen die Ausnahme bilden, kann nicht Wunder nehmen, wenn man bedenkt, wie sehr verschieden vom normalen Zustand der freien und ungehinderten Bewegung die Verhältnisse sind, in welche gerade dieses Gelenk bei allen Fussbekleidung tragenden Nationen schon von der frühesten Kindheit an, während des Wachstums und durch das ganze Leben hindurch versetzt wird.

Wir sind durch diese Betrachtung vor die Frage gestellt: wie ist eine normale Talokalkanealfläche beschaffen? eine Frage, die wohl



berechtigt ist; denn ohne die Kenntniss der normalen Form der Gelenkfläche können wir kein Verständniss von der normalen Bewegung derselben haben und ohne diese die Entstehung von pathologischen Veränderungen niemals richtig auffassen.

## § 2.

Die Gelenkfläche des Kalkaneus für dessen Artikulation mit dem Talus soll nach übereinstimmendem Urtheil aller Autoren beim Neugeborenen, bei welchem noch keine deformirenden Einwirkungen von Seite der Körperlast oder der Fussbekleidung stattgefunden haben können, die Gestalt eines Kegelmantels besitzen.

Worauf man aber bisher kein Gewicht gelegt hat, ist, dass dieser Kegelmantel eine doppelte Krümmung zeigt. Ausser der konvexen, der er seinen Namen verdankt, hat er noch eine konkave, die in der Richtung seiner Achse verläuft. Der Begriff Kegelmantel trifft also genau genommen nicht zu; denn der Körper

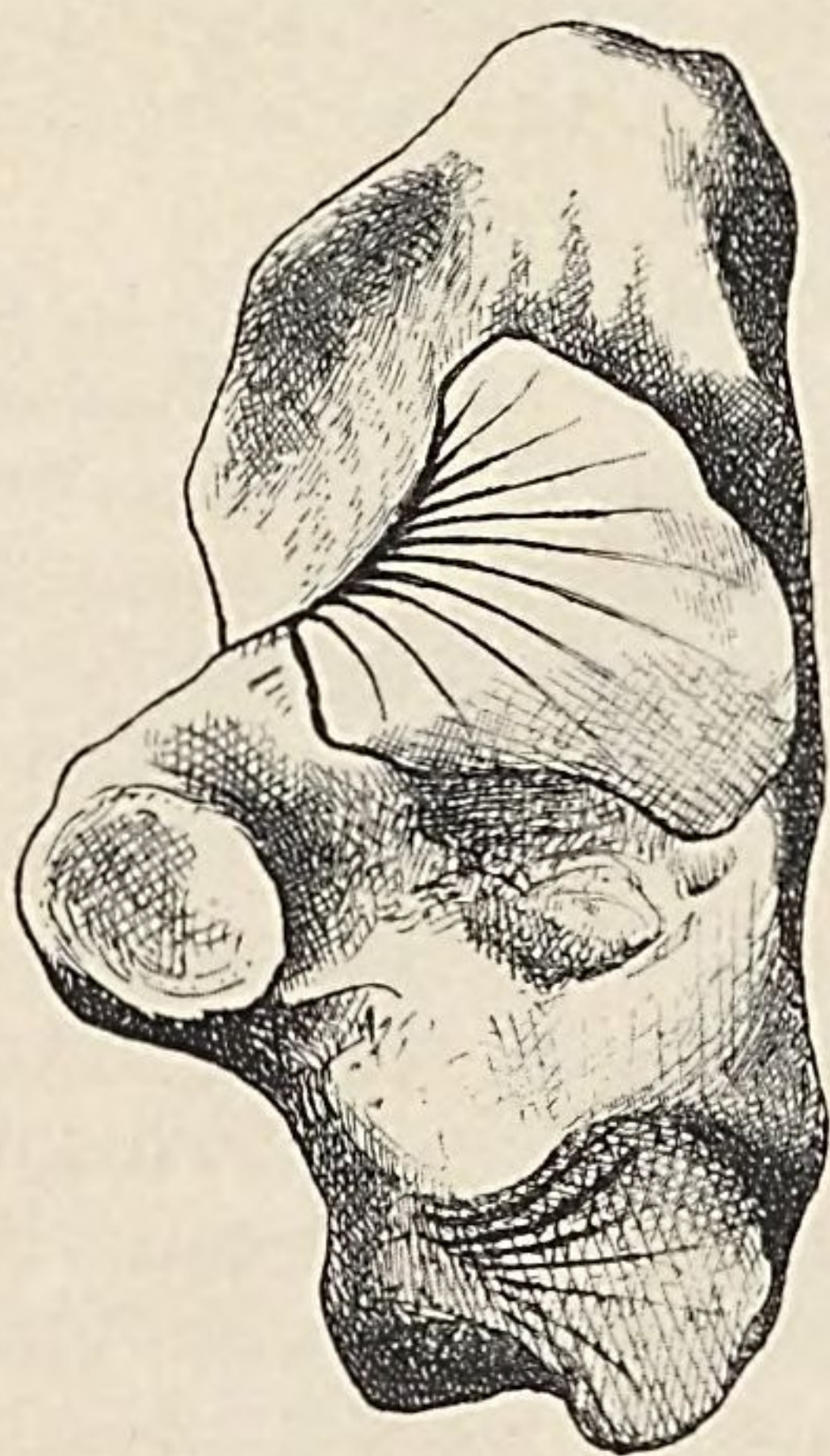


Fig. 2.

nimmt gegen die Stelle hin, wo die Spitze liegen sollte, an Umfang wieder zu. Deutlicher tritt dies noch an den Gelenkflächen Erwachsener hervor, wo die Konkavität schärfer ausgeprägt ist. Die Fläche ist hier entschieden sattelförmig. In Fig. 2 deutet die Richtung der krummen Linien den Verlauf der konvexen, die Reihenfolge derselben denjenigen der konkaven Krümmung an. Die Mittelpunkte der letzteren liegen über der Fläche im Körper des Talus, die der ersteren im Körper des Calcaneus selbst, also unterhalb der Fläche. Die durch die Mittelpunkte gehenden Achsen für die gleitende Bewegung auf jeder dieser Krümmungen schneiden sich demnach nicht, sondern liegen übereinander und überkreuzen sich.

Beide Krümmungen finden sich am reinsten auf die ganze Fläche ausgedehnt bei Füßen, die auch nach äusserer Schätzung normal und gut gewölbt sind und deren Muskulatur gut ausgebildet ist.

Bewegt man nun die Gelenkfläche des Talus gleitend auf der Kalkaneusfläche zur Oeffnung und Schliessung des Sinus tarsi, indem man darauf achtet, dass die Flächen in genauem Kontakt bleiben, was man sowohl von ihren Rändern aus, als mit Hilfe von Durchschnitten durch den Talus, welche dessen Gelenkfläche in verschiedenen Richtungen treffen, kontrolliren kann, so bemerkt



man, dass der genaue Kontakt nur dann erhalten bleibt, wenn der Talus gleichzeitig in der Richtung beider Krümmungen auf dem Kalkaneus gleitet.

Indem seine Fläche zur Oeffnung des Sinus tarsi der konvexen Krümmung des Kalkaneus entlang nach oben gleitet, schleift sie zugleich deren Konkavität entlang lateral und rückwärts, so dass unter pronatorischer Drehung der ursprünglich lateralwärts geneigten Rolle des Talus dessen lateraler Rand und im weiteren Verlauf der Gelenkbewegung unter Zurückweichen des Talus sein hinterer Rand die entsprechenden Ränder der Kalkaneusfläche überragen.

Und gleichzeitig mit den beiden erwähnten Rotationen um bewegliche, sich überkreuzende horizontale Achsen dreht sich der Talus um eine mediale vertikale Achse, wodurch sein Kopf sich lateralwärts über den Processus anterior calcanei begibt. Diese dritte Drehung des Talus findet ihren Ausdruck in der radiären Anordnung der krummen Linien in der Zeichnung Fig. 2.

Der Winkelexkurs der drei Rotationen wurde in der Weise bestimmt, dass die Stellung von Nadeln, welche in Talus und Kalkaneus in der Richtung der drei Raumachsen eingesteckt waren, am Anfang und Ende der Bewegung auf die Vertikale, resp. Horizontale projicirt wurde.

Das Ergebniss der Winkelmessung bei drei Fällen, die sich unter 68 untersuchten Gelenken wegen ihres normalen Verhaltens am besten für diesen Zweck eigneten, war folgendes:

Bei Bewegung des Talus zur Oeffnung des sinus tarsi entsprach im Falle

|                                                  | I   | II  | III |
|--------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| einer Dorsalflexion des Talus von                | 10° | 7°  | 9°  |
| eine Supination des Talus von                    | 12° | 11° | 14° |
| und eine Rotation des caput tali medianwärts von | 21° | 20° | 19° |

Entsprechend der Bewegung des Talus am fixirten Kalkaneus bewegt sich dieser am feststehenden Talus zur Oeffnung des Sinus tarsi. Sein Processus ant. dreht sich nach unten und zugleich medianwärts, während er in einem abwärts konvexen Bogen quer unter dem Talus medianwärts rotirt, wobei der äussere Rand seiner Gelenkfläche unter den entsprechenden Rand der Talusfläche gleitet. Wie der Talus bei Oeffnung des Sinus tarsi unter Pronation zurückweicht, so rückt der Kalkaneus unter Supination nach vorn.

Alle diese Bewegungen finden in umgekehrtem Sinne statt bei Schliessung des Sinus tarsi.

Es handelt sich hier mithin um eine Kombination von drei gleichzeitigen Rotationen um drei bewegliche, sich überkreuzende, aber nicht schneidende Achsen.

Dass es nicht eine einzige feststehende Achse ist, um welche die Bewegung zwischen Sprung- und Fersenbein stattfindet, davon kann man sich überzeugen, wenn man sich bemüht, eine solche in



der Henke'schen Weise aufzusuchen, dabei aber für kongruentes Schleifen Sorge trägt. Man wird finden, dass es niemals möglich wird, die Stellung von Nadeln, die man in der Richtung der sogenannten schiefen Astragalusachse in den Talus oder Kalkaneus oder in beide zugleich einsteckt, so zu korrigieren, dass dieselben keine andere Bewegung mehr zeigen, als eine Rotation um ihre eigene Längsachse, wobei sie im Raume keinen Weg mehr beschreiben würden. Immer wird die Nadel des sich im Gelenk bewegenden Körpers aus der Kontinuität mit derjenigen des fixierten dadurch heraustreten, dass sie ausser einer merklichen seitlichen Verschiebung einen kegelmantelförmigen Raum beschreibt. Ebenso treten Nadeln, welche man an der Oberfläche des sich bewegenden Knochens, z. B. des Kalkaneus, parallel zur schiefen, am ruhenden Talus angebrachten Achse befestigt, während der gleitenden Bewegung in doppelter Richtung aus diesem Parallelismus heraus, was sie nicht thun könnten, wenn sich der Kalkaneus nur um eben diese eine Achse drehen würde. Bewegt man diesen auf der Talusfläche kongruent schleifend zur Oeffnung des Sinus tarsi, so rotiren die Parallelen in der Projektion auf die Horizontale mit ihrem vorderen Ende lateralwärts, in ihrer Projektion auf die Sagittalebene vorn abwärts von der schiefen Achse weg.

Künstlich kann man freilich den einen Körper, z. B. den Talus, so auf dem Kalkaneus um eine die schiefe Achse bezeichnende Nadel rotiren, dass diese sich nur noch um sich selbst dreht; allein in diesem Fall bleibt man dem Mechanismus der Gelenkflächen nicht mehr treu; dieselben klaffen und stossen mit ihren Rändern und Hervorragungen aufeinander in der Weise, wie Henke, H. v. Meyer und Andere beispielsweise das Aufstossen des Talus auf das Sustentaculum tali als normale Knochenhemmung bei der Supination beschreiben.

Bei normaler Bewegung gibt es kein solches Aufstossen; die Flächen gleiten aufeinander bis zur Muskel- und Bänderhemmung.

Henke hatte in einer früheren Arbeit<sup>1)</sup>, in der er die Bewegung im Talokalkanealgelenk auf Durchschnitten untersuchte, den oben erwähnten ähnliche Abweichungen vom Schema eines reinen Rotationsgelenkes gefunden, dieselben aber schon damals als mathematische Ungenauigkeiten des Mechanismus bezeichnet. Dagegen nahm er an, dass die auffallenden Verschiebungen der Körper nach vorn, bezw. hinten auf eine Schraubenform der Berührungsflächen hinweisen, welche schon A. Fick als die einzige erklärte, die für mathematisch genau schliessende Gelenkapparate neben Rotationsflächen in Frage kommen könnten. Diesen Schraubencharakter nahm

---

1) Henke, Die Bewegung des Fusses im Sprungbein. Zeitschr. f. rat. Med. N. F. VII. Bd., 1855.



er dann auch zur Erklärung des Einflusses der kurzen Sohlenmuskeln auf das Talokalkanealgelenk in Anspruch<sup>1)</sup>. Später hat Henke in seiner Darstellung dieses Gelenkes<sup>2)</sup> dasselbe wieder mehr als reines Rotationsgelenk behandelt und die Verschiebungen als individuell verschiedene Abweichungen von der einfachen Drehung um die schiefe Achse bezeichnet.

Zugleich hat er aber die gesamte Bewegung, deren das Fuss skelett mit Ausnahme der im Knöchelgelenk stattfindenden Flexions- und Extensionsbewegung fähig ist, ausschliesslich dem Talokalkanealgelenk zugeschrieben. Denn selbst das Kalkaneokuboidealgelenk sollte nach ihm keinen selbständigen Bewegungseffekt besitzen, sondern nur als Hilfgelenk zur Ermöglichung der Mitbewegung des Talonavikulargelenkes und zur Kompensation der Verschiebungen im Talokalkanealgelenk fungiren. Damit ist Henke aber in den Fehler verfallen, den er Langer, weil dieser die Zwischenscheiben des Kniegelenkes nicht als selbständige Gelenkskörper betrachtet und den Mechanismus in diesem Gelenk aus den Bewegungen des Femur auf der Tibia abzuleiten versucht hatte, wohl mit Unrecht vorwirft, indem er sagt: »Langer hätte im Prinzip nichts Ungeschickteres versucht, wenn er hätte aus der Spirale, die, wie er gezeigt hat, die Hand im Horizont durchmessen kann, rückwärts den Mechanismus der Gelenke der oberen Extremität konstruiren wollen<sup>3)</sup>.«

Wenn es im Langer'schen Fall mindestens zweifelhaft ist, ob die Zwischenscheiben als selbständige Gelenkskörper zu behandeln sind, so steht es ausser Frage, dass zu allen anderen Bewegungen des Fusses ausser der reinen Flexion und Extension sowohl das Knöchelgelenk als auch alle vor dem Talotarsalgelenk gelegenen zahlreichen Gelenke der Fusswurzel- und Mittelfussknochen zusammenwirken. Von der Intensität und Qualität dieser letzteren, d. h. je nachdem sie in gleichem oder entgegengesetztem Sinne zu denen im Talokalkanealgelenk stattfinden, hängt es, wie wir später sehen werden, ab, ob die Gesamtbewegung auf den Fuss formverändernd oder stellungsverändernd oder in beiderlei Weise zugleich wirkt.

Dass die im Kontakt schleifende Bewegung auf den Talokalkanealgelenkflächen in der That eine Kombination von drei Rotationen um die drei Raumachsen ist, geht daraus hervor, dass diese drei Komponenten sich beliebig von einander trennen und auf die beiden Gelenkkörper vertheilen lassen.

---

1) Henke, Die Kontrakturen der Fusswurzel. Zeitschr. f. rat. Med. III. R., V. Bd., 1858.

2) Henke, Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Leipzig u. Heidelberg 1863, S. 264.

3) l. c. S. 264.



Der Calcaneus kann zur Schliessung des Sinus tarsi, mit seiner Konkavität am Talus gleitend, um die Achse  $y$  Fig. 3 rotiren, indess der Talus der Konvexität der Calcaneusfläche entlang um die Achse  $x$  mit seinem Kopf sich abwärts dreht; damit kann dieser die volle Drehung medianwärts verbinden — seine Achse  $x$  dreht sich dann

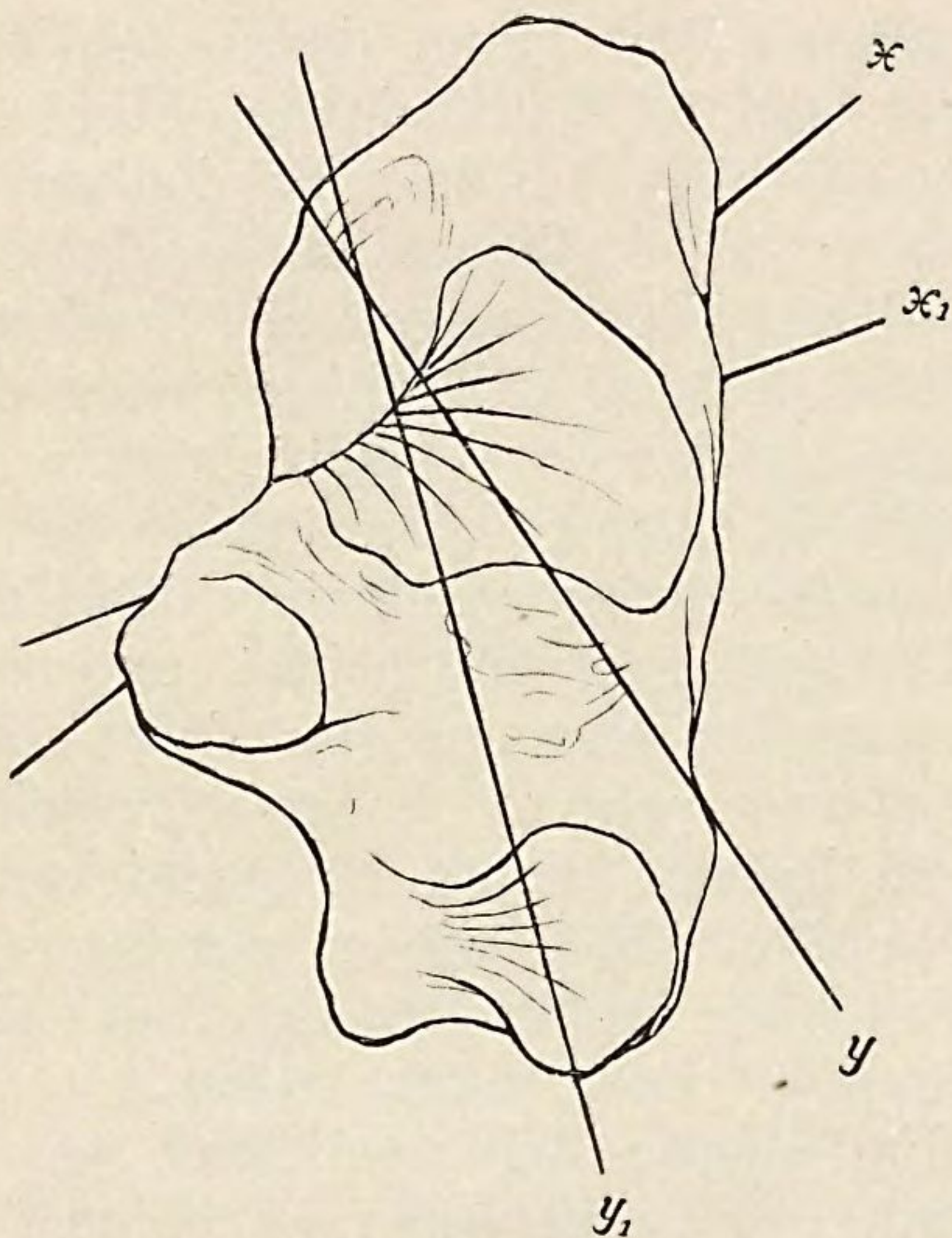


Fig. 3.

in die Lage  $x_1$  und der Calcaneus führt seine Rotation rein aus, so dass sich die Lage der Achse  $y$  nicht ändert — oder aber der Talus macht die reine Flexionsbewegung vorn abwärts und der Calcaneus vereinigt mit seiner Drehung die Lateralwärtskehrung seines vorderen Fortsatzes, d. h. die Lage der Achse  $y$  verwandelt sich durch Drehung um die Senkrechte in die Lage  $y_1$ .

Umgekehrt kann der Calcaneus die Dorsalflexionsbewegung übernehmen, indess der Talus auf der Konkavität der Calcaneusfläche nach vorn medianwärts gleitet, und jede dieser Bewegungen kann rein oder gemischt sein mit Drehung um die vertikale Achse, je nach-

dem letztere vom einen oder dem anderen Gelenkskörper ausschliesslich vollzogen wird. Diese verschiedene Vertheilung kann noch in der Weise variirt werden, dass der eine der Knochen eine oder zwei Rotationen vollständig ausführt, die übrige, resp. übrigen aber nur zur Hälfte oder in beliebig anderem Verhältniss und dass dann der andere sich mit dem ergänzenden Bruchtheil in entgegengesetztem Sinne an der Bewegung betheiligt. Es ergibt sich hieraus eine grössere Anzahl von Bewegungsformen in diesem Gelenk, mit Hilfe deren wir den gegenseitigen Einfluss der auf dasselbe wirkenden Kräfte — des Muskelzuges und der Schwere — weit einfacher und ungezwungener erklären können, als mit Hilfe einer einfachen Drehung um die sogenannte schiefe Astralagusachse.

Einige charakteristische Arten der möglichen Bewegungen zwischen Talus und Kalkaneus habe ich in den Figg. 4—8 veranschaulicht.

Als Ausgangsstellung, Fig. 4, ist diejenige relative Stellung der beiden Knochen gegeneinander gewählt, welche sie normalerweise beim aufrechten Stehen einnehmen.



Der Sinus tarsi ist offen. Der Talus überragt auf der lateralen und hinteren Seite die mit ihm artikulierende Kalkaneusfläche um einige Millimeter. Um ebenso viel ist er vom Rande der Gelenkfläche des Sustentaculum tali lateralwärts verschoben, so dass letzterer ungedeckt nach innen hervorragt. Die obere quere Profilinie der Talusrolle ist medianwärts leicht geneigt. Die Fläche des Taluskopfes für das Os naviculare ist so gestellt, dass ihr längster Durchmesser schief von aussen und oben nach unten und innen verläuft. Senkrecht unter dem Talus liegt die Masse des Kalkaneus,



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 4.



Fig. 8.



Fig. 7.

dessen äussere Fläche vertikal steht. Die vom Process. ant. calc. getragene Gelenkfläche für das Os cuboideum reicht bis zur Mitte der unteren Peripherie der Taluskopfffläche.

Von dieser Stellung aus kann nun der eine Knochen am fixierten anderen oder beide sich zugleich bewegen.

In Fig. 5 hat der Talus auf dem in Ruhe gebliebenen Kalkaneus die Rotation auf dessen konvexer Krümmung vorn abwärts vollzogen, gleichzeitig dessen Konkavität entlang gleitend eine Supinationsdrehung gemacht, in Folge der die obere quere Profilinie seiner Rollenfläche jetzt lateralwärts geneigt ist; und mit dieser doppelten Rotation war eine Drehung um eine vertikale Achse verbunden, vermöge welcher der Taluskopf jetzt medianwärts vom vorderen



Fersenbeinfortsatz steht. Der Talus ist dabei nach vorn gerückt, der hintere und äussere Rand des Kalkaneus ist unbedeckt, die Fläche des Talus für das Sustentaculum tali ragt frei auf der medianen Seite etwas vor und der Sinus tarsi ist geschlossen.

In Fig. 6 hat der Kalkaneus am fixirten Talus dieselbe Bewegung in umgekehrtem Sinne ausgeführt; sein vorderer Fortsatz hat sich nach oben und lateralwärts gedreht, während er gleichzeitig mit seiner konkaven Krümmung auf der zugehörigen konvexen des Talus in einem nach unten konvexen Bogen valgusartig nach aussen gewichen ist.

Die relative Endstellung beider Knochen ist nach beiden Bewegungsarten in den Figg. 5 und 6 dieselbe.

Das gleiche Resultat wird aber auch in den Figg. 7 und 8 erreicht, wo jeder Knochen je eine der beiden Rotationen um horizontale Achsen ausführt.

In Fig. 7 ist der Talus auf der konvexen Krümmung des Calcaneus vorn abwärts rotirt, indess letzterer eine Valgusbewegung gemacht und dabei seinen Processus ant. lateralwärts gedreht hat.

In Fig. 8 hat umgekehrt der Calcaneus unter reiner Dorsalflexion seinen vorderen Fortsatz nach oben gedreht, der Talus dagegen hat durch Supination seine Rollenfläche lateralwärts geneigt und zugleich unter Drehung um die senkrechte Achse seinen Kopf medianwärts bewegt.

Es ist sofort ersichtlich, dass kein Unterschied besteht zwischen den Gelenkstellungen Fig. 5 bis Fig. 8, und dass nur andere Ansichten derselben Stellung vorliegen.

Alle diese Bewegungsmöglichkeiten finden ihre Verwendung während der physiologischen Gelenkfunktionen beider Knochen, je nachdem sie ganz oder bis zu einem gewissen Grade fixirt oder frei beweglich sind.

Die Auflösung der kombinierten Rotation in ihre Komponenten und die Vertheilung derselben auf beide Knochen ergibt aber das Gesetz, dass jeder derselben seine Bewegung nur dann vollziehen kann, wenn auch gleichzeitig der andere die seinige ausführt; dass also jeder Gelenkskörper vermöge der Zwangläufigkeit der Gelenkflächen sofort festgestellt ist, wenn der andere die zugehörige Ergänzungsbewegung zu vollziehen gehindert ist. Die Hemmung für die Bewegung im Talokalkanealgelenk kann somit nicht nur in diesem selbst, sondern auch im oberen Sprunggelenk stattfinden und dieser Umstand ist für das Zustandekommen von Difformitäten des hintern Fussabschnittes, sowie für die Bestimmung der Massregeln zur Verhütung und Bekämpfung derselben von erheblicher Bedeutung. Aehnliche Beziehungen wie die eben erörterten zwischen oberem und unterem Sprung-



gelenk existiren selbstverständlich auch zwischen diesem letzteren und der Gelenkverbindung von Fersen- und Würfelbein.

Wie von Seite des Talus, so kann der Mechanismus im unteren Sprunggelenk auch vom Calcaneus aus eine Hemmung erleiden. So lange der Fuss mit seiner ganzen Sohlenfläche auf horizontalem Boden steht, muss das Körpergewicht bei bereits bestehender wenn auch geringer Valgität des Kalkaneus letztere erhöhen, sobald die Muskulatur bei längerer Dauer des Stehens insuffizient wird, da der Hebelarm für die Drehung der äussern Kalkaneusfläche nach oben entsprechend zunimmt. Dieser und mit ihm das Drehungsmoment verschwindet, wenn der Fuss auf seinen äusseren Rand gestellt und der Kalkaneus in dieser der Valgusstellung entgegengesetzten Haltung durch die Körperlast fixirt wird. Dann kann auch der Talus keine Plantarflexionsbewegung mehr unter der Tibiahohlrolle hervor machen, und das Gelenk bleibt in seiner Stellung bei mehr oder weniger geöffnetem Sinus tarsi, auch wenn die Muskeln nicht im Stande sind, es darin festzuhalten.

In der That ist das Wälzen der Füße auf ihre äusseren Ränder ein Jung und Alt bekanntes Mittel, um die Beschwerden langen Stehens besser zu ertragen, und man sollte, wo man es wahrnimmt, besonders bei Kindern und noch im Wachsen begriffenen Personen, immer eher daran denken, wie man die gefahrdrohenden Ursachen der Beschwerden beseitigen könnte, als gleich mit Tadeln und Korrigiren der schlechten Fussstellung bei der Hand sein.

b) *Articulatio talo-navicularis*. — Gelenkverbindung zwischen Sprung- und Kahnbein.

### § 3.

Die überknorpelte Gelenkfläche des Taluskopfes wurde von den meisten Autoren für einen Theil einer Kugelfläche gehalten. Henke vergleicht sie, entsprechend seiner theoretisch entwickelten Modifikation eines für den Organismus zu einem Gelenk brauchbaren Rotationskörpers, der eventuell noch eine weitere Bewegung um eine zweite Achse zulässt, mit einem von einer Kugel nicht sehr verschiedenen pomeranzen- oder anderen walzenförmigen Körper, während H. v. Meyer durch Fortbildung der Talo-navicular-facette fand, dass sie einer Wendeltreppe gleiche, die sich eng um die untere Astragalus-Achse windend nach vorn und oben ansteige.

Erhebliche Schwierigkeiten bei Annahme von Rotationsgelenken mit Drehung um dieselbe eine Achse ergaben sich für die gleichzeitige Rotation des Talus auf dem Calcaneus und am Os naviculare.



Nach Langer sind die Achsen für beide Gelenke nur beim aufrechten Stehen parallel und nur bei diesem die Gelenkflächen in genauem Kontakt. Bei Bewegungen zur Dorsal- und Plantarflexion dagegen sollen sie ihren Parallelismus mehr und mehr verlassen. Dadurch werde der genaue Kontakt der Flächen aufgehoben und die Bewegung selbst gehemmt. Doch soll durch die Umwandlung des reinen Rotations- in ein Schraubengelenk die Möglichkeit der Drehung um zwei sich kreuzende Achsen bis zu einem gewissen Grade gegeben sein.

H. v. Meyer und Henke nehmen für beide Gelenke dieselbe, die schiefe Astragalusachse, an.

Nach Henle, welcher das Talokalkanealgelenk für ein Cylinder-, das Talonavikulargelenk für ein Kugelgelenk von gleichem Radius wie das erstere, erklärt, liegt der Mittelpunkt für letzteres über der Achse des Cylindergelenks, sodass beide Achsen nicht zusammenfielen und eine Rotation des Talus in beiden Gelenken ausgeschlossen wäre.

Entgegen Langer läugnet Henle den schraubigen Charakter des Talokalkanealgelenks und es bleibt ihm für die Möglichkeit einer Bewegung des Talus nur die Formveränderung übrig, deren die Pfanne für den Taluskopf durch Einfügung des Ligamentum tibio-calcaneo-naviculare zwischen ihre knöchernen Wandungen fähig sei.

#### § 4.

Betrachtet man Fig. 9 die beiden durch eine etwas prominirende Leiste getrennten Facetten des Taluskopfes zusammen — diejenige für das Os naviculare und die unter ihr liegende für das Ligam. calcan. navicul. plant. — so dass man beide zugleich möglichst gut übersieht, so bieten sie im Ganzen eine überraschende Aehnlichkeit mit dem Anblick, den das Windungsrohr eines Weinbergschneckengehäuses Fig. 10 gewährt. Bricht man von der noch gedeckten letzten Windung die Decke so weit weg, dass auf der Mitte der meridionalen Krümmung des Rohrs, wo sich jene auf demselben ansetzt, nur noch eine leistenartige Spur übrig bleibt, so ist die Aehnlichkeit noch grösser, da dann die Leiste die ganze Fläche gerade so in zwei Theile theilt, wie die Leiste des Taluskopfes dessen Fläche. Beide Körper sind wegen der annähernd gleichen Grösse, für welche sich beiderseits übereinstimmende Exemplare leicht finden lassen, gut miteinander zu vergleichen. Der linke Taluskopf ist wie das Schneckenrohr links gewunden, der obere Theil der meridionalen Wölbung ist bei beiden stärker gekrümmt, wie etwas eingezogen gegen den Spindelkörper hin. Bei  $\alpha$  ist auch der Uebergang in letzteren wieder zu finden und gibt einen Anhaltspunkt zur Auffindung der geometrischen Achse des schnecken-



förmigen Taluskopfes. Dieselbe dürfte von *a* nach einem etwas unten und hinten vom medialen Ende des Kopfovals gelegenen Punkt verlaufen, der etwa die Lage der Schneckenspitze bezeichnet.

Die Gelenkfläche des Taluskopfes besitzt also eine äquatoriale und eine meridionale Krümmung und beiden entlang gleitet das Kahnbein bei Bewegung des hinteren Fussabschnittes zur Pronation und Supination. Wenn der Kalkaneus am Talus zur Oeffnung des Sinus tarsi die kombinierte Supination vollzieht, und um eine senkrechte Achse rotirend seinen vordern Fortsatz medianwärts unter den Taluskopf kehrt, so gleitet auch das Kahnbein um die geometrische Achse des schneckenförmigen Taluskopfes auf dessen äquatorialer Krümmung medianwärts. Und wenn dabei der Kalkaneus gleichzeitig um eine frontale Achse rotirend seinen Processus anterior etwas senkt, so neigt sich auch das Kahnbein auf der meridionalen

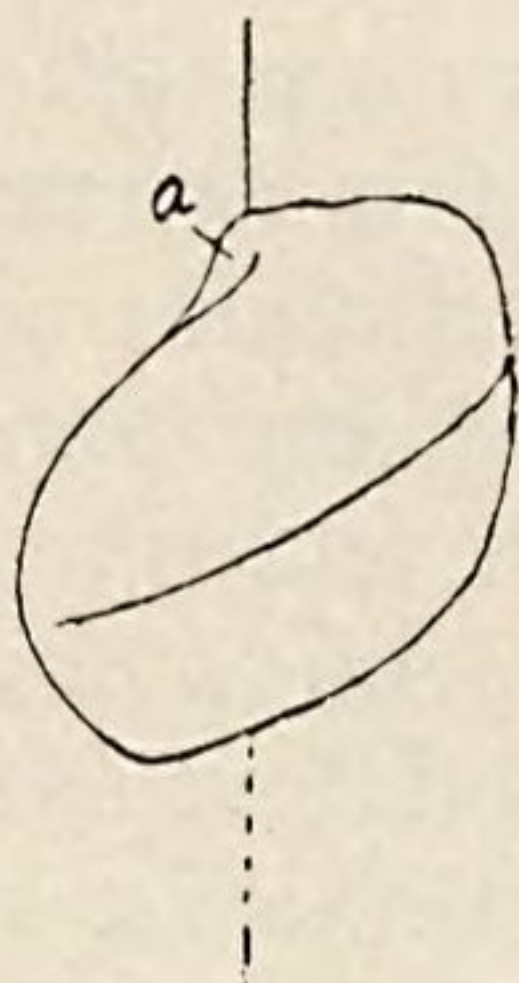


Fig. 9.

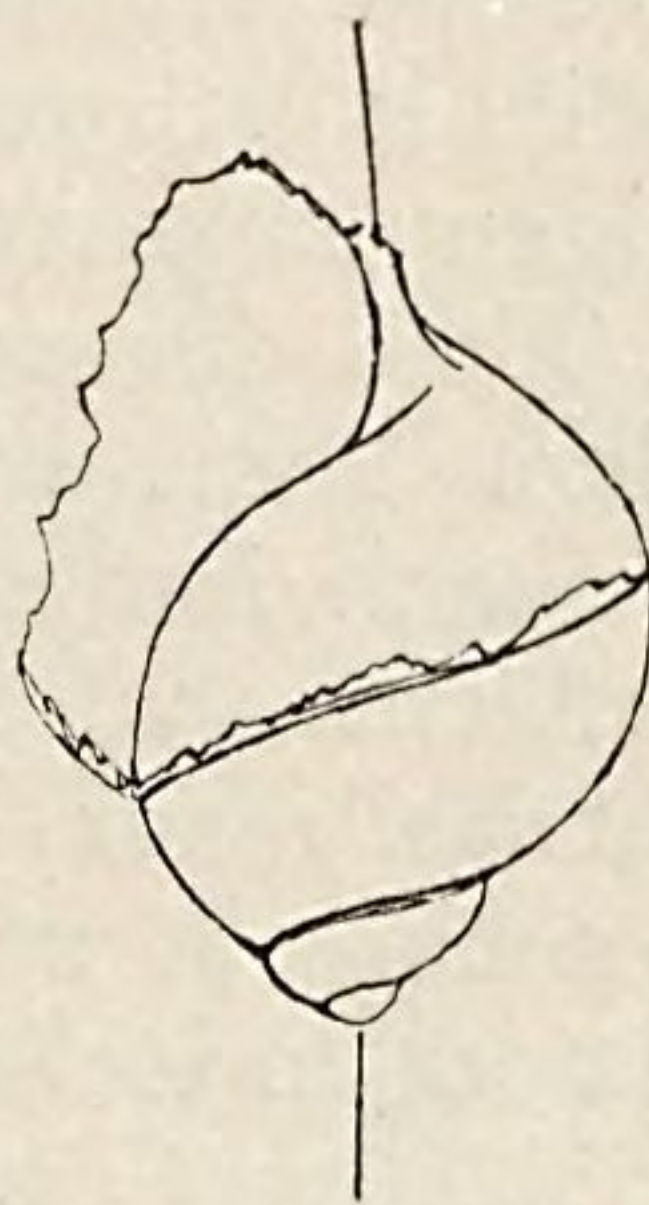


Fig. 10.

Krümmung gleitend etwas vorn abwärts, indess der dritten Bewegung des Kalkaneus, seiner rein supinirenden Drehung um seine Längsachse eine ebensolche Drehung des Kahnbeins entspricht, in Folge der der mediale Rand sich erhebt, der laterale aber tiefer herabückt. Das Kahnbein macht eben am Kopf des Talus dieselbe Bewegung, welche dieser an ihm macht, und welche übereinstimmend sein muss mit derjenigen des Taluskörpers im Talokalkanealgelenk. In entgegengesetztem Sinne vollzieht sich die Bewegung des Kahnbeins im Anschluss an diejenige des Kalkaneus zum Schluss des Sinus tarsi. Es geschieht demnach auch die Bewegung des Kahnbeins nicht um eine einzige feststehende sogenannte schiefe Astragalusachse, wie H. v. Mayer, Henke u. A. lehren, sondern sie ist wie im Talokalkanealgelenk, aus den gleichzeitigen Rotationen um die drei Raumachsen zusammengesetzt und lässt sich hier wie dort in ihre Komponenten auflösen und in beliebigen Verhältnissen auf die beiden Gelenkkörper vertheilen.



Auch auf diesen Gelenkflächen scheint das kongruente Schleifen auf kleinen Strecken durch die Kombination der Drehungen leichter ermöglicht zu werden. In den extremen Stellungen greifen dann die Ränder des Kahnbeins über die Kopffläche hinaus, bei Pronation des Kahnbeins dessen oberer lateraler Rand, bei Supination der mediale Rand desselben.

c) *Articulatio talo-cruralis*. — Oberes Sprunggelenk.

§ 5.

Den Untersuchungsergebnissen der Autoren zufolge nimmt man gegenwärtig allgemein an, dass dies Gelenk ein Rotationsgelenk mit reiner Charnierbewegung um eine durch die beiden Knöchel gehende transversale Achse sei. Langer schrieb ihm wegen der schwachen seitlichen Abweichung der Ganglinien ausserdem einen schraubenförmigen Charakter zu. Die Grundgestalt der Schraube soll bei einem Theil der von ihm untersuchten Thiere ein Cylinder, bei einem andern Theil, wie auch beim Menschen, ein Kegel sein. Die Achse tritt nach ihm und Henke aussen aus der unteren Spitze der Talofibularfläche aus, innen bei Henke aus dem Canalis tarsi, bei Langer etwas mehr oben und vorn. Sie steht nach beiden Autoren etwa senkrecht zur medialen, nach H. v. Meyer dagegen senkrecht zur lateralen Rollenkante. Nach Henle ist sie bei gerade nach vorn gerichteter Fussspitze genau transversal. Nach Henke ist das Talo-Tibialgelenk beim Menschen entweder reiner Ginglymus oder es hat einen schwachen Schraubencharakter, das Talo-Fibulargelenk aber ist nach ihm Schraubengelenk. Umgekehrt hält H. v. Meyer dies letztere für einen reinen Ginglymus, das erstere für ein Schraubengelenk. Nach den Brüdern Weber und ihm dreht sich die Tibia im Sprunggelenk um die Fibula, resp. um eine durch diese gehende vertikale Achse; auch Langer schliesst sich dieser Auffassung an, da der innere Knöchel bei Plantarflexion gelockert sei. Henle und Henke geben diese Drehung nicht zu und nehmen nur ein Wackeln der Tibia bei Plantarflexion an, welches in Folge des Spielraums zwischen Rolle und Pfanne bei dieser Gelenkstellung eintrete.

Die Bestimmung der Achse des oberen Sprunggelenks durch Henke geschah in ähnlicher Weise wie beim Talokalkanealgelenk. Ein Stift in die mediale Seitenfläche des Talus unterhalb der Spitze des innern Knöchels eingesteckt, wurde so lange hin und her bewegt, bis er sich bei Drehung des Fusses um den fixirten Unterschenkel nur noch um seine eigene Längsachse bewegte. Die so gewonnene Achse traf die Ebene der Spurlinien in 6 Fällen zweimal



senkrecht, und 4mal schief und zwar hatten dieselben in 3 von diesen Fällen eine schiefe Gangrichtung nach aussen, in einem Fall umgekehrt nach innen.

Bei der künstlichen Bewegung des Gelenks zur Auffindung der Achse wie auch zur Bildung der Spurlinien spielte aber die als Leichenerscheinung vorhandene Unbeweglichkeit der unteren Tibiofibularverbindung, wie wir sehen werden, eine irreführende Rolle. Henke selbst gibt keine andere Bewegung zu, als ein, der verschiedenen Breite des vordern und hintern Rollentheils sich anpassendes, geringes Erweitern und Verengern der Malleolengabel, welches nur das obere Tibiofibulargelenk am Knie in Anspruch nehme, für das aber auch schon die Elastizität des langen dünnen Fibulaschaftes allein ausreiche.

## § 6.

Die Gelenkfläche der Talusrolle Fig. 11 für deren Artikulation mit der Tibia ist derjenigen des Kalkaneus im Talokalkanealgelenk analog gebaut. Die vorwiegende konvexe Hauptkrümmung dient den Flexionsbewegungen. Ihre Achse liegt quer zwischen den Knöcheln und geht durch den Taluskörper. Eine zweite, stets vorhandene, aber schwächere konkave Krümmung zeigt die Fläche in querrer Richtung. Die Achse derselben ist sagittal gerichtet und liegt über dem Talus im unteren Ende der Tibia. Ausser diesen beiden der Fläche nach verlaufenden Krümmungen zeigt die Rolle noch eine solche um die Kanten, eine Torsion der Fläche in der Weise, dass die Konkavität des vordern Endes etwas lateralwärts, diejenige des hintern dagegen medianwärts sieht; Fig. 12, schematisch. Wie bei der Kalkaneusfläche ist auch hier der Radius der konvexen Krümmung auf der äussern Seite grösser als auf der innern; der Gelenkskörper verjüngt sich nach innen hin konisch, um dann schliesslich an Umfang wieder etwas zuzunehmen. Die äussere Rollenkante ist nach aussen, die innere nach innen konvex. Die mediale Seitenfläche *b* (Fig. 11) ist von oben nach unten konkav, von hinten nach vorn konvex und etwas torquirt, so dass der vordere Theil mehr nach oben sieht. Gegen die Rolle ist sie um ca.  $110^{\circ}$  geneigt und konvergirt mit der lateralen Seitenfläche, wodurch die Rolle hinten schmaler wird als vorn.

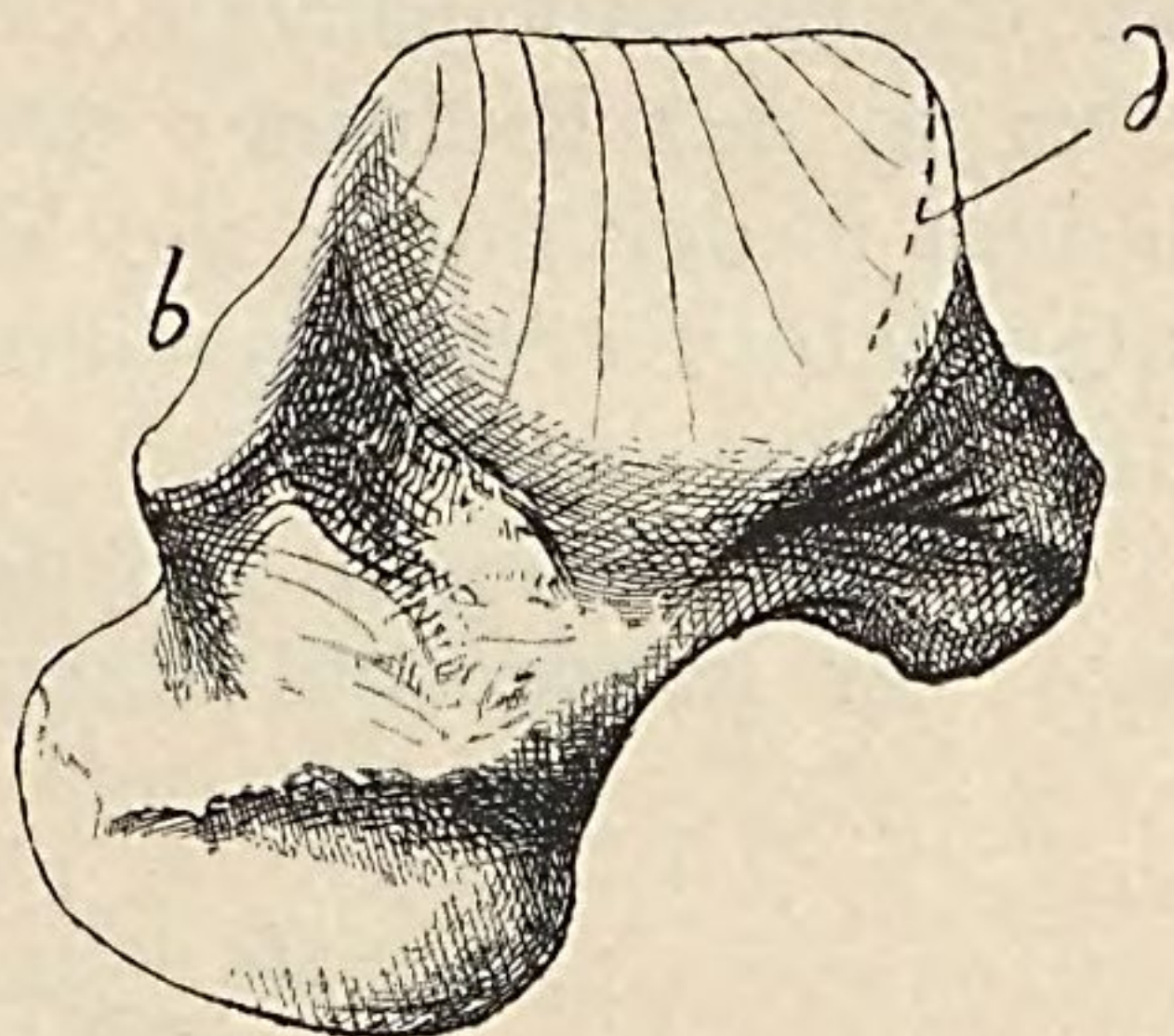


Fig. 11.



Bewegt man die Tibia, nachdem die Fibula mit dem Mallcolus externus von ihr getrennt ist, dem Prinzip des kongruenten Schleifens treu bleibend auf der Rolle, so bemerkt man, dass sie sich während ihrer Bewegung auf der Konvexität der Fläche zur Dorsalstreckung zugleich um eine medianwärts durch den inneren Knöchel verlaufende Längsachse mit ihrer Vorderfläche nach aussen dreht und um eine sagittale Achse medianwärts neigt.

Die auf S. 11 erwähnte Methode der Bestimmung der zusammengehörigen Winkelwerthe der einzelnen Rotationen ergab in drei Fällen:

|                                           | I   | II  | III |
|-------------------------------------------|-----|-----|-----|
| für Plantarflexion der Tibia . . . . .    | 57° | 60° | 65° |
| für Rotation um ihre Längsachse . . . . . | 20° | 19° | 21° |
| für Adduction . . . . .                   | 14° | 13° | 16° |

Die grössere Geschwindigkeit der gleitenden Bewegung am lateralen Rand findet meist auch schon ihren Ausdruck darin, dass sein Knorpelüberzug vorn und hinten weiter herabreicht, als am medialen Rollenrand. Bei Dorsalflexion überragt der laterale Rollenrand den entsprechenden Rand der Tibia um einige Millimeter; während der Streckbewegung rückt diese, dem konkaven inneren Rollenrand bei ihrem Gleiten nach hinten folgend, gegen jenen lateralwärts vor und schliesslich über ihn hinaus, wie der Talusrand über die Kalkaneusfläche. Es erfolgt desshalb das Gleiten der Tibia weder in der Richtung des innern noch des äussern Rollenrandes, sondern in der durch die Verschiebung des Rotationszentrums nach hinten lateralwärts abgeänderten Kreisform der punktierten Linie *d* (Fig. 11).

Dem geringen Betrage der Lateralwärtsbewegung der Tibia längs der Konkavität der Rollenfläche entsprechend ist auch der damit gegebene Antheil in der Medianwärtsbewegung des oberen Endes der Tibia ein kleiner; den grösseren Theil dieser letzteren Drehbewegung verdankt sie vielmehr der Torsion der Rollenfläche, welche ihre Stellung *a* in der schematischen Fig. 12 in diejenige von *b* umwandelt.

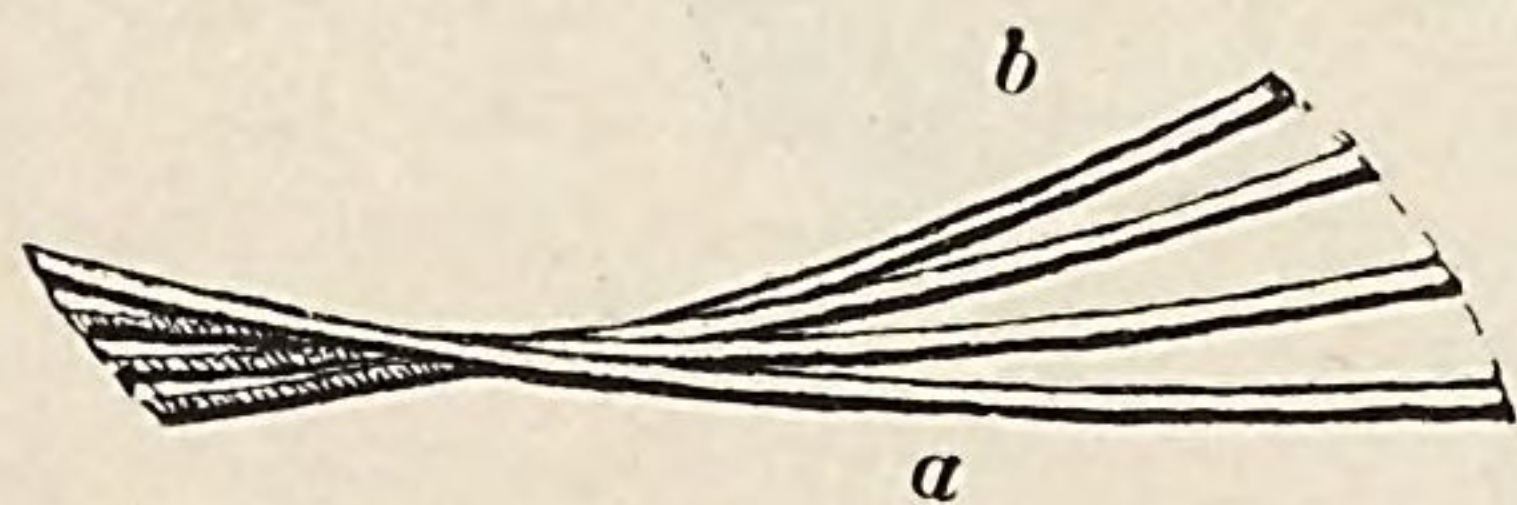


Fig. 12.

Dieser Torsion der Rollenfläche entspricht auch diejenige der medialen Seitenfläche, die in Verbindung mit dem Gleiten des Malleolus internus längs ihrer Konkavität nach oben bei Dorsalstreckung der Tibia für die pronatorische Neigung derselben berechnet ist.

Während der ganzen Flexions- und Extensionsbewegung findet wie auf der Rolle, so auch auf der medialen Seitenfläche kongruentes



Schleifen statt. In Dorsalstreckstellung bleibt ein sichelförmiger 3—4 mm breiter Saum des vordern Randes der medialen Talusfläche unbedeckt, in Dorsalflexion deckt ihn der vordere Rand der Fläche vollständig und dessen Spitze ragt um einige Millimeter über die Talusfläche nach unten vor.

Die beschriebene dreifache Drehung im innern Knöchelgelenk spricht nicht für die Ansicht H. v. Meyer's und Langer's, nach welcher dasselbe ein Schraubengelenk wäre.

Die laterale Gelenkfläche des Talus für den Malleolus externus, Fig. 14, *c*, besitzt wie die mediale zwei Krümmungen, eine schwach konvexe von vorn nach hinten und eine meist gegen die nach unten gerichtete Spitze der Fläche stärker ausgeprägte konkave Krümmung. Auf beiden gleitet die Malleolusfläche. In Dorsalflexion deckt diese die Spitze und den vordern Rand und lässt den durch die punktierte Linie in der Figur abgeschnittenen hinteren Raum frei. Begibt sich der Unterschenkel in Dorsalstreckung, so verlässt der Malleol. ext. den vorderen Rand, auf der Konvexität der Fläche nach hinten gleitend und bewegt sich zugleich deren Konkavität folgend von der Spitze weg etwas nach oben.

Die Rotation des Malleol. ext. um eine durch ihn selbst gehende Längsachse auf der Konvexität der lateralen Talusfläche hat immer die gleiche Richtung, wie diejenige der Tibia um eine durch den Malleol. int.

gehende Achse. In dem Schema für die Verhältnisse des linken Fusses, Fig. 13, ist diese Achse, resp. der Drehpunkt für die Tibia in *a*, der Winkel exkurs des transversalen Durchmessers derselben, *b*, *b*<sub>1</sub>, ist mit  $\alpha$  bezeichnet, *m* und *m*<sub>1</sub> sind die Stel-

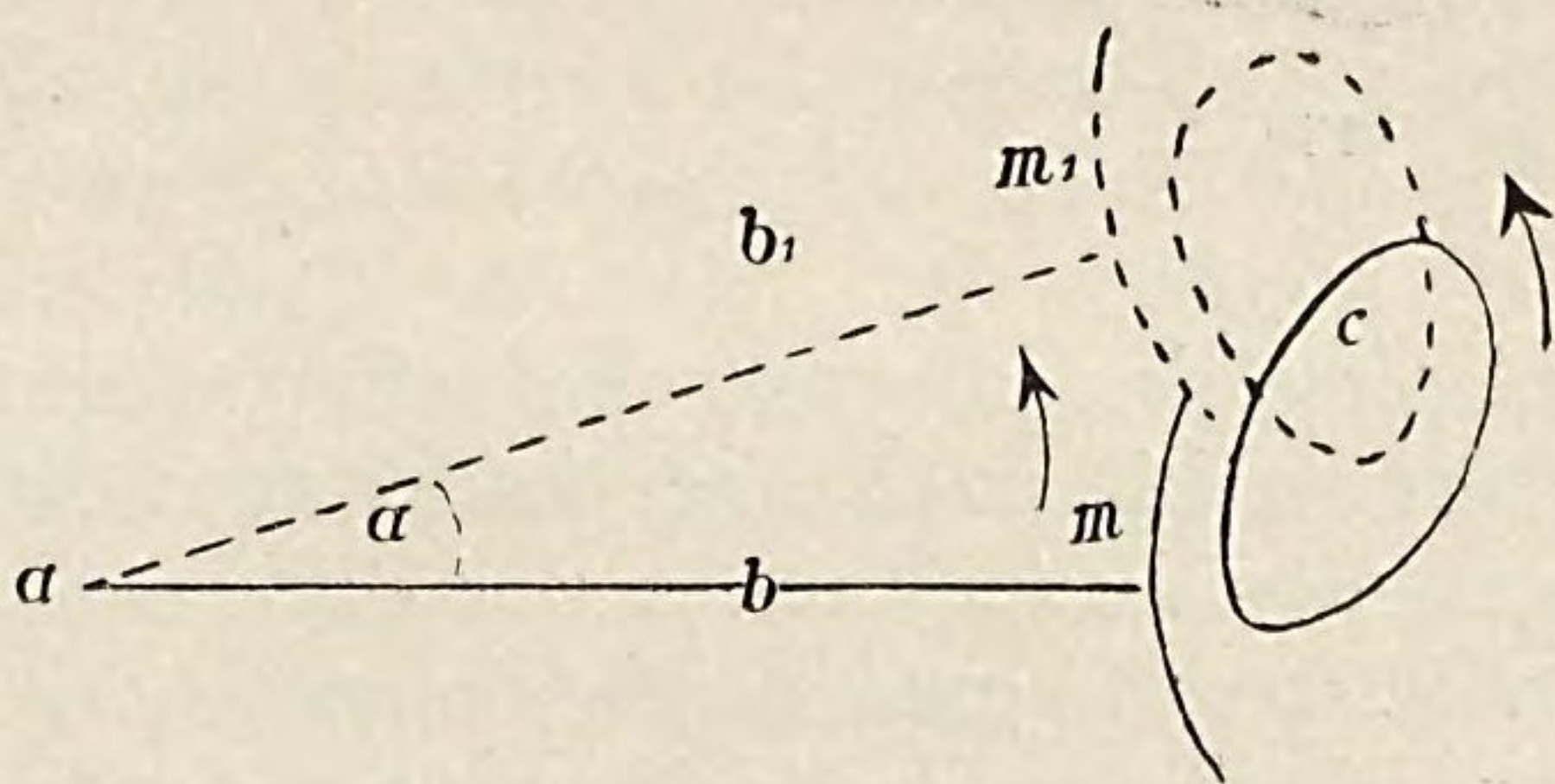


Fig. 13.

lungen der Incisura semilunaris tibiae an den Grenzen des Exkurses und *c* ist der der Incisur anliegende Theil der Fibula. Der Exkurs  $\alpha$ , d. h. der Uebergang der Stellung *m* in *m*<sub>1</sub> könnte nun, da die Spitze des Knöchels in ihrer Stellung durch Bänder fixirt wird, nicht stattfinden, wenn die demselben sich anschmiegende Fläche der Fibula *c* nicht auch ihrerseits ihre Stellung verändern würde dadurch, dass sie sich gleichzeitig mit der Tibia um ihre eigene Längsachse dreht. Während dieser Drehung kann der Tibiaausschnitt auf der gegenüberliegenden Fibulafläche in den Umfang des Winkelausschlags  $\alpha$  gleiten. Die Drehung ist, wie aus dem Schema sofort ersichtlich, bei Tibia und Fibula gleichsinnig. Wenn also die Tibia zur Dorsalstreckung gegen den Fuss ihre Vorder-



fläche um eine durch den innern Knöchel gehende Längsachse lateralwärts dreht, so rotirt auch die Fibula um eine durch sie selbst hindurchgehende Längsachse mit ihrer Vorderfläche nach aussen und beides umgekehrt bei Dorsalflexion.

Bei Dorsalstreckung erhebt sich ferner der laterale Gelenkrand der Tibia über die Spitze der lateralen Talusfläche, Fig. 14, in dem Maasse, als die Entfernung des lateralen Rollenrandes von jener nach hinten zunimmt. Der die obere Grenze des Kontaktes mit der Knöchelfläche bezeichnende stumpfwinklige Rand  $\alpha$  der lateralen

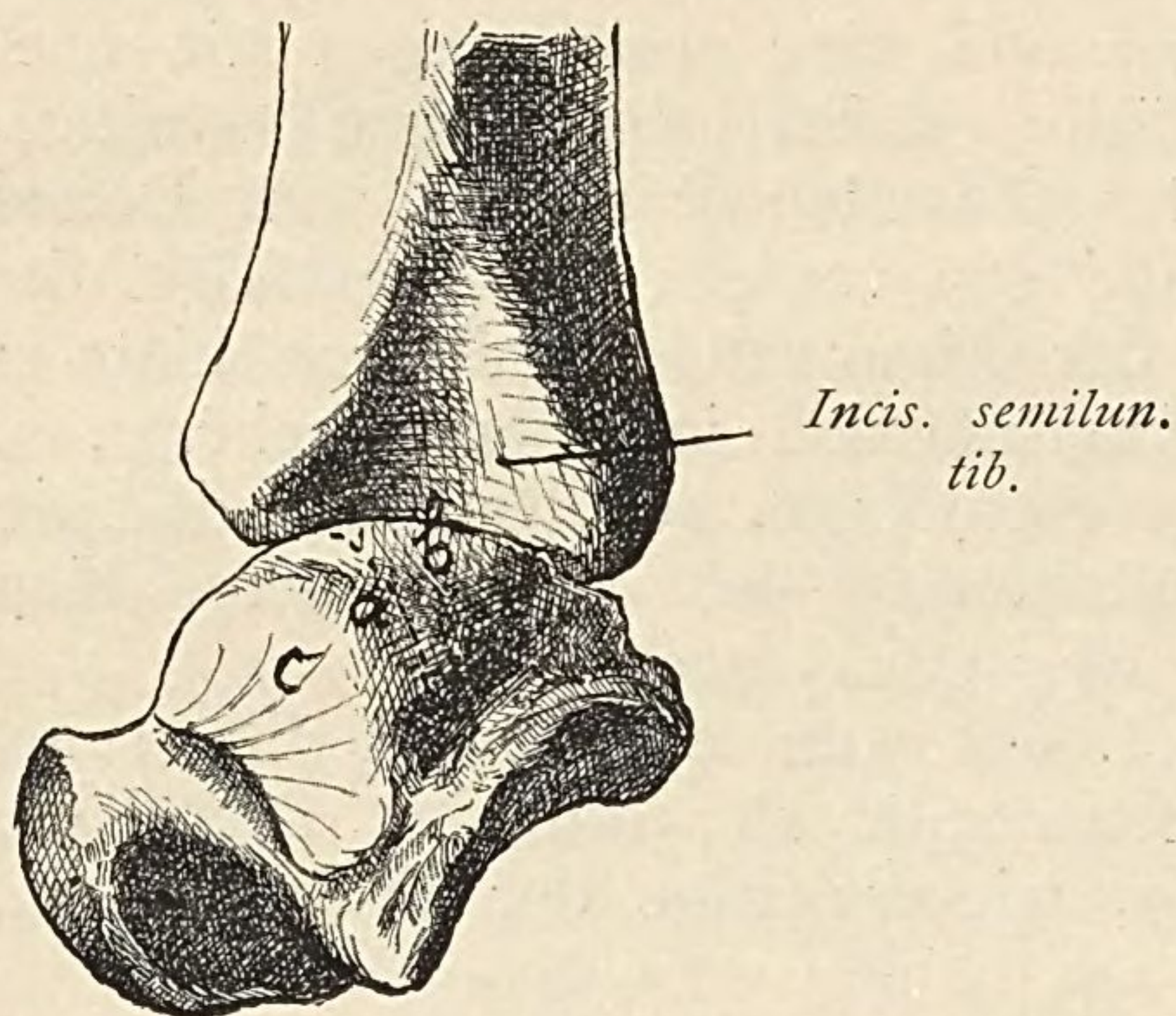


Fig. 14.

Talusfläche ist nahezu kreisrund, über ihm liegt ein ca. 5 mm breiter Streifen überknorpelter Fläche  $b$ , welcher sich von hinten zur Mitte der Rollenkante spitz auslaufend erstreckt, gegen die Rolle und die Seitenfläche etwa gleich geneigt ist und weder vom Knöchel noch von der Tibia, sondern nur vom Ligam. malleoli lateral. post. bestrichen wird (Henle). Entsprechend seiner nach hinten zunehmenden Breite nimmt die Entfernung des hintern Rollenrandes von

der Spitze der lateralen Talusfläche um 3—5 mm zu. Dieser Bewegung der Tibia nach oben kann aber die Spitze des äussern Knöchels wegen des Widerstandes der Bänder (Ligg. calc.-fibul., talo-fibul. ant. u. post.) nur wenig folgen und jene verschiebt sich deshalb während ihrer Dorsalstreckung am Knöchel, resp. an der Fibula nach oben. Die Verbindung dieser letzteren mit der Tibia in deren halbmondförmigem Ausschnitt gestattet sowohl diese als die bereits erwähnten Bewegungen. Beide Knochenflächen schliessen hier einen kleinen Hohlraum ein, der vorn vom ligam. malleoli lateral. ant., hinten vom lig. m. l. post. geschlossen wird und welcher ein elastisches Fettpolster enthält. Die Einrichtung ist somit der Verbindung zweier Wirbelkörper durch die Zwischenwirbelscheibe analog.

Bewegt sich der Fuss gegen den ruhenden Unterschenkel zur Plantarflexion, so macht der Talus dieselben Bewegungen, welche vorhin die Tibia zur Streckung vollzog, in entgegengesetzter Richtung. An Stelle ihrer Drehung um die mediale Längsachse tritt die Rotation des Taluskopfes um dieselbe nach innen, an diejenige der Streckbewegung die Plantarflexion des Talus und



statt der pronatorischen Medianwärtsneigung der Tibia dreht sich der Talus in Supination.

Diese seine Bewegungen sind aber dieselben, welche er machen muss, um auf der Kalkaneusfläche zum Schluss des Sinus tarsi herabzugleiten. Ein Unterschied in beiden Fällen besteht nur in den Winkelwerthen der drei kombinierten Rotationen.

Die Drehung der Fibula um ihre Längsachse findet gradeso statt während der Plantarflexion des Fusses, wie bei der Streckung des Unterschenkels gegen den Fuss und an Stelle der Verschiebung der Tibia an der Fibula nach oben bewegt sich diese an jener nach unten. Man kann sich hievon leicht am eigenen Bein überzeugen.

Hält man den Fuss gegen den Unterschenkel dorsal gebeugt, und letzteren mit beiden Händen so umfasst, dass die Spitzen der Mittelfinger sich über dem vordern Rand des äussern Knöchels berühren, und bringt nun den Fuss in Plantarflexion, so weicht der vordere Knöchelrand vom medianwärts aufliegenden Finger zum lateralen und umgekehrt bei Rückbewegung zur Dorsalflexion. Dabei nimmt man ganz deutlich wahr, dass die Spitze des Knöchels zur Plantarflexion sich auch etwas senkt, zur Dorsalflexion wieder hebt.

In gleicher Weise kann man die analoge Bewegung im oberen Tibiofibulargelenk konstatiren, wenn man beim Sitzen durch festes Umgreifen des Oberschenkels mit den Händen für diese einen Stützpunkt schafft, so dass weder sie noch die sich berührenden Finger ihre Stellung ändern. Bei Plantarflexion senkt sich dann das Capitulum fibulae, bei Dorsalflexion erhebt es sich; bei ersterer fühlt man eine rotirende Bewegung der Fibula um ihre Längsachse nach aussen, bei letzterer nach innen. Bei starkem Knochenbau trifft man häufig auf Kanten und Erhabenheiten, welche die Untersuchung erleichtern. So konnte ich die rotirende Bewegung des Malleol. ext. bei einem neunzehnjährigen jungen Manne an einer stark prominirenden  $2\frac{1}{2}$  cm langen, kammartigen Exostose sehr deutlich wahrnehmen.

Die untere Verbindung zwischen Tibia und Fibula beschränkt sich demnach nicht auf eine bloss federnde Erweiterung und Verengerung der Malleolengabel, sondern nimmt einen sehr lebhaften Antheil an den Bewegungen des oberen Sprunggelenks.

Die Muskelaktion nun, welche beim Lebenden die Bewegung des unteren Endes der Fibula vollzieht, erstreckt sich auch auf deren oberes Ende und beide Gelenke funktioniren gleichzeitig in harmonischer Weise. Bei der Leiche aber ist der passive Widerstand aller Weichtheile zwischen Tibia und Fibula so gross, dass er durch den geringen Bewegungsimpuls der Zwangsläufigkeit des unteren kleinen Gelenkes der Fibula nicht überwunden wird. Da überdies auch die elastische Dehnbarkeit der Syndesmose zwischen Malleolus



ext. und Tibia sowie des Ligam. interosseum geringer ist als beim Lebenden, so bewegt sich die Fibula bei der künstlich ausgeführten Flexion und Extension des oberen Sprunggelenks in ungenügender Weise oder meist gar nicht gegen die Tibia und dadurch wird der Mechanismus desselben derart gestört, dass sich die beiden Knochen nur noch charnierartig um die Talusrolle drehen. Die gewöhnliche Stellung des Fusses zum Unterschenkel bei der Leiche ist die in Plantarflexion. Bringt man nun den Unterschenkel gegen den Fuss in Dorsalflexion, so ist in Folge der Starrheit der Verbindung des äussern Knöchels mit der Tibia die Hohlrolle zu schmal für den vordern Theil der Talusrolle und die Gelenkfläche des innern Knöchels gleitet deshalb unter Abheben von ihrer Gegenfläche an

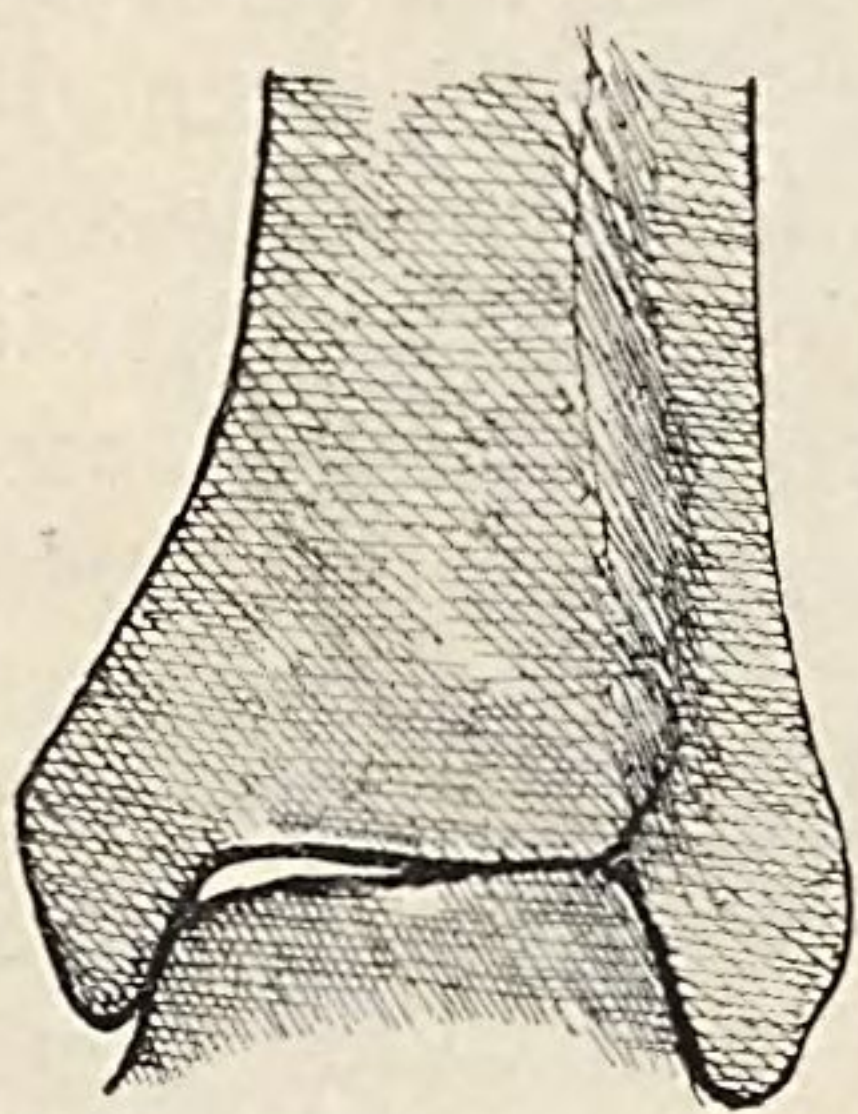


Fig. 15.

der medialen Rollenkante hinauf, Fig. 15, und bewegt sich auf ihr reitend nach vorn. Die Gelenkflächen klaffen am medianen Theil der Rolle und ein grosses vorderes Segment der medialen Seitenfläche derselben bleibt auch in Dorsalflexion unbedeckt<sup>1)</sup>. Da letzteres normaler Weise auch bei Plantarflexion der Fall ist, so müsste schon diese Thatsache an der Richtigkeit des Modus der einfachen Charnierbewegung zweifeln lassen, da der Knorpelüberzug an der erwähnten Stelle nicht erhalten würde, wenn dieselbe immer ausser Gelenkverkehr bliebe.

Gelingt es nun, während der Dorsalflexion des Unterschenkels die Hohlrolle bis zum vollständigen Kontakt der Fläche auf den Talus zu pressen, so bemerkt man, dass dabei der Malleol. ext. etwas nach oben steigt und zugleich nach innen rotirt.

Selbstverständlich führen aber die so veränderten Verhältnisse bei der Leiche zu abnormen Nebenbewegungen.

So lässt H. v. Meyer die Tibia während der Dorsalflexion anfangs um eine in der Fibula liegende Längsachse und erst zum Schluss der Flexion in entgegengesetzter Richtung um einen im innern Knöchel liegenden Drehpunkt rotiren.

Eine solche Umkehr der Rotation um vertikale Achsen beobachtet man nicht, wenn man die Tibia getrennt vom Malleol. ext. in genauem Kontakt auf der Talusrolle gleiten lässt.

Damit wird auch die Frage erledigt, welche von den Flächen des Talo-Cruralgelenks für die Bewegung in demselben massgebend sei, und welche H. v. Meyer trotz der überwiegend grösseren Ausdehnung der Talo-Tibialfläche und ihrer in Folge der unveränderlichen Winkelstellung der inneren Knöchel- zur Rollenfläche entschiedeneren

1) Henle J., Handb. d. system. Anat. d. M. 1872. Bänderlehre S. 162.



Zwangsläufigkeit für kongruentes Schleifen, glaubte zu Gunsten der äusseren Knöchelfläche entscheiden zu müssen, da sich hier die Flexion in reinerer, von Nebenbewegungen ungemischter Weise ausführen liesse. Offenbar ist für die normale typische Gelenkbewegung, welche sich aus den drei Rotationen um die Raumachsen zusammensetzt, die Artikulation zwischen Tibia und Talus die führende, und das Prinzip des kongruenten Schleifens wird hier mit Rücksicht auf die Ausdehnung der Flächen und der Winkelstellung ihrer Theile gegeneinander sicherer als bei irgend einem anderen Gelenk auf die richtige Form der Bewegung leiten.

d) *Articulatio calcaneo-cuboidea*. — Gelenkverbindung zwischen Fersen- und Würfelbein.

§ 7.

Die Gelenkflächen für die Artikulation des Processus anterior calcanei mit dem Os cuboides (Fig. 16) sind denen des Talokalkanealgelenkes, abgesehen von individuellen Verschiedenheiten in den relativen Dimensionen der Flächen, sowie in deren Krümmungsverhältnissen, symmetrisch ähnlich.

Der Uebereinstimmung im Bau der beiden Gelenke gemäss sind auch die Bewegungen derselben einander analog. Mit der konvexen Krümmung seiner Fläche rotirt das Würfelbein um seine Längsachse supinatorisch und nach Art der Valgusbewegung des Kalkaneus pronatorisch. Mit seiner konkaven Krümmung schleift es der nach vorn und innen sehenden Konvexität der rinnenförmigen Fläche des Processus ant. calc. entlang und verbindet in Folge

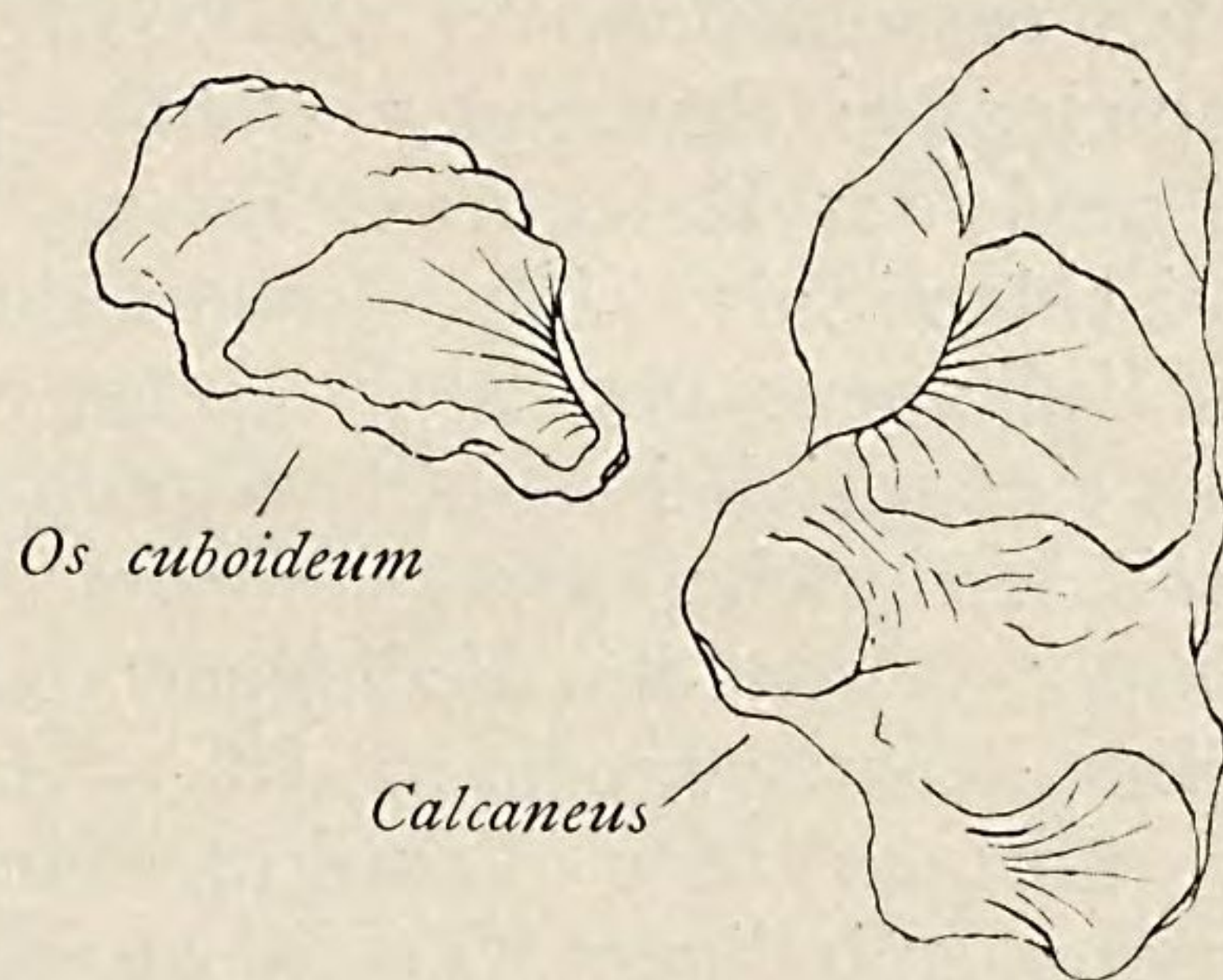


Fig. 16.

dessen mit der Supination eine unter Verschiebung des Knochens nach hinten und innen einhergehende Senkung seines vorderen Endes, durch welche der nach unten offene Winkel, den das Würfelbein in der Längsrichtung des Fusses mit dem Kalkaneus bildet, kleiner wird, so dass die Wölbung des äusseren Fussrandes zunimmt. Umgekehrt rückt das Würfelbein bei Pronation nach vorn lateralwärts unter Erhebung seines vorderen Endes, also Abflachung des äusseren Gewölbebogens. Gleichzeitig mit diesen beiden Rotationen um horizontale Achsen dreht sich das Os cuboides um eine vertikale



Achse, bei Supination mit seinem vordern Theil medianwärts, in Folge dessen der äussere Fussrand mehr gestreckt wird, bei Pronation lateralwärts, wodurch in der Gelenkgegend ein einspringender Winkel entsteht. Wie beim Talokalkanealgelenk ist auch hier das Gleiten der Knochen aufeinander als merkliche Verschiebung, besonders bei mageren Füßen leicht durch die Haut hindurch zu fühlen. So springt bei starker Supination des Os cuboides der obere äussere Rand des Processus ant. calcanei so sehr vor, dass ein einige mm breiter Saum der Kuboidesfläche von der Gegenfläche unbedeckt bleibt.

Von einer Rotation nur um eine einzige Achse und gar um die schiefe Astragalusachse, um welche die Bewegung in diesem Gelenk ebenso wie im Talo-Tarsalgelenk stattfinden soll, wie H. von Meyer und Henke wollen, kann also auch hier keine Rede sein.

Um eine reine Drehung des Kahnbeins am Taluskopf um die sogenannte schiefe Astragalusachse herauszubringen, stellte Henke den Satz auf, dass dem Vorrücken des Kalkaneus bei dessen Supination entsprechend das Os cuboides bei gleicher Drehung um ebensoviel am Processus ant. calc. nach hinten zurückweiche, und dass, damit dies geschehen könne, beide Bewegungen sammt derjenigen des Os naviculare am Taluskopf, immer gleichzeitig geschehen müssten.

Nun kann sich aber das Os cuboideum nur um 3—4 mm nach hinten verschieben, da die Richtung seiner in engeren Grenzen sich abspielenden Bewegung ebenso gut median- wie rückwärts geht, während der Kalkaneus bis zu 1 cm nach vorn vorrücken kann. Es ist damit also einerseits keine Compensation für die Verschiebung des Kalkaneus gegeben, andererseits ist weder eine gleichzeitige, noch eine gleichsinnige Bewegung des Os cuboides mit dem Kalkaneus durch den Mechanismus gefordert. Das Os cuboides kann in Pronationsstellung gegen den Kalkaneus bleiben, während dieser eine starke Supinationsbewegung macht — das Os naviculare bleibt dann sammt den übrigen, den Taluskopf ringförmig umgebenden Theilen des äusseren spiraligen Knochenzuges um so viel hinter seiner vollen Exkursion am Taluskopf zurück, als eine mit dem Kalkaneus gleichsinnige Bewegung des Os cuboides ausgemacht hätte. Dies ist z. B. der Fall beim tastend vorschreitenden Fuss, wo der musc. tibial. post. den Sinus tarsi bewegungsfertig offen hält, während der m. tibial. ant. und der m. peroneus tert. vereint mit der Thätigkeit der Extensoren den Vorderfuss durch Abflachung der queren Höhlung verbreitern. Andererseits kann während der bestehenden Valgusstellung des Kalkaneus Supination des Os cuboides erfolgen, wobei dann das Os naviculare gleichfalls nur eine geringe, der Exkursion im Kalkaneo-cuboidealgelenk entsprechende Supinationsbewegung gegen den Taluskopf aus seiner Pronationsstellung heraus macht.



Die Bewegung im Chopart'schen Gelenk kann sich mithin in gleichem oder entgegengesetztem Sinn zu derjenigen im Talokalkanealgelenk hinzugesellen, kann aber eben so gut auch unterbleiben. Auch Henke modifizierte später seine oben erwähnte Auffassung dahin, dass die Bewegung des Os cuboides am Kalkaneus nicht absolut an diejenige im Talo-tarsalgelenk gebunden sei, im Wesentlichen jedoch von dieser abhängt, so dass die Kompensation für das Ganze doch wieder gegeben sei(?).

Wie im Talotarsalgelenk, so kann sich auch im Kalkaneokuboidealgelenk die kombinierte Bewegung in ihre Komponenten auflösen. So kann der Kalkaneus die senkrechte Rotation vorn aufwärts mit Abduktion oder abwärts mit Adduktion übernehmen, so dass für das Kuboides nur die reine Supination oder Pronation übrig bleibt, die dann um die Längsachse des Knochens erfolgt.

Die Lage des Gelenkes gegenüber derjenigen des Talokalkanealgelenkes ist so, dass die nach hinten und innen gerichtete Spitze der Kuboidesfläche im rechten Winkel mit der korrespondierenden Spitze der Kalkaneusfläche konvergirt und dass die Fläche des Cuboides der mehr nach oben gerichteten des Kalkaneus gegenüber ausserdem um ca.  $90^{\circ}$  nach hinten lateralwärts gedreht ist. Die Bewegung des Kalkaneus geschieht deshalb nicht auf korrespondierenden Krümmungen der Flächen beider Körper. Wenn der Kalkaneus zum Schluss des Sin. tarsi mit seiner Konvexität aufwärts rotierend den Processus ant. erhebt, so gleitet dieser dabei auf der konkaven Krümmung der Kuboidesfläche; und die Valgusbewegung, welche er am Talus mit seiner Konkavität ausführt, vollzieht er gleichzeitig auf der Konvexität der letzteren. Das Os cuboides betheiligt sich dann an keiner der Rotationen im Kalkaneokuboidealgelenk und weicht nur um so viel median- und rückwärts, als der Kalkaneus an ihm selbst sich nach vorn lateralwärts bewegt hätte. Dagegen muss es sammt den Keilbeinen und dem Kahnbein die kombinierte Pronation des Kalkaneus am Talus in dem Betrage der Differenz mitmachen, um welche die Exkursionen der Bewegungen im unteren Sprunggelenk grösser sind als diejenigen im Kalkaneokuboidealgelenk. Die Endstellung ist daher dieselbe, wie diejenige im zweiten der oben besprochenen Fälle isolirter Bewegung im Chopart'schen Gelenk, nur war diesmal der Kalkaneus der sich bewegende Körper.

Fragen wir nach dem Grundkörper, dem die Flächen des Talokalkaneal- und des Kalkaneokuboidealgelenkes angehören, so können wir zwar nicht, wie beim Taluskopf, auf einen allgemein bekannten äusserlich ähnlichen Typus organischer Bildung hinweisen; doch dürfte die Uebereinstimmung der Bewegung auf diesen Flächen mit derjenigen auf dem Taluskopf, sowie die Symmetrie derselben auf eine konchoidale Grundform auch bei ihnen schliessen lassen. Die



Flächen schliessen aber nicht wie beim doppeltkonvexen Windungsröhr der Schnecke die beiden Achsen ein, sondern winden sich zwischen ihnen hindurch, wie etwa die Fläche des Rotationshyperboloids zwischen seiner geometrischen Achse und den Achsenkurven der Krümmungsmittelpunkte der Hyperbel. Die veränderliche meridionale Kurve würde als Erzeugungslinie der Fläche um die geometrische Achse des Schneckenkörpers sich winden, indem sie derselben ihre Konvexität zukehrend in der Richtung der Axe vorrückt. Die Windungsrichtung der Kuboidesfläche ist derjenigen der Kalkaneusfläche im unteren Sprunggelenk beim selben Fuss stets entgegengesetzt.

Die Symmetrie im Bau der beiden Gelenke ist ein nicht zu unterschätzendes Moment für die Beantwortung der oben aufgeworfenen Frage nach der Beschaffenheit einer normalen Talokalkanealfläche. Da das Kalkaneokuboidealgelenk nicht in der Weise wie jenes dem Druck der Körperlast in ungünstiger Stellung (siehe bei Plattfussbildung) direkt ausgesetzt ist, so weist es auch meist seine natürliche Form noch auf, wenn das erstere schon hochgradig deformirt ist. Erleidet es aber beim Plattfuss Störungen seiner Form, so betreffen dieselben zunächst die obere dorsale Kante der Gelenkfläche, also eine Stelle, welche dem Beginn der Difformität bei der Kalkaneusfläche genau entspricht.

Als normale typische Form dieser letzteren müssten wir mithin die oben beschriebene, dem Neonatenfuss und dem auch der äussern Erscheinung nach intakten Fuss des Erwachsenen angehörige und mit dem Bau der Kalkaneokuboidealfläche übereinstimmende Form bezeichnen, bei welcher die beiden rechtwinklig gegeneinander verlaufenden Krümmungen gleichmässig die ganze Fläche beherrschen.

#### e) Die kleineren Fusswurzel- und Fusswurzel-Mittelfussgelenke.

#### § 8.

Aehnlich gewundene doppelt gekrümmte Flächen zeigt das Gelenk zwischen dem ersten Keilbein und dem ersten Mittelfussknochen (Fig. 17).

In der Stellung, die das Os cuneiforme I beim aufrechten Stehen einnimmt, ist die Richtung der konvexen Krümmung der Fläche mehr vertikal, die der konkaven mehr transversal. Wenn das Os metatarsi I auf der ersteren vorn abwärts rotirt zur Vermehrung der Fusswölbung, so rotirt es auf der zweiten, der deutlich ausgesprochenen Torsion der Fläche gemäss um eine vertikale Achse, welche durch seine Basis hindurchgeht und in Folge dessen das Kapitulum meta-



tarsi I sich lateralwärts dreht, der Knochen mithin eine Abduktionsbewegung macht, durch die der innere Fussrand in mehr gerader Richtung verläuft; und beide Drehungen sind begleitet von einer pronatorischen Rotation um die Längsachse des Knochens, bei der sich die Gelenkfläche des Os metatarsi I um den inneren ovalen Ausschnitt der Fläche des Os cuneiforme I wie um einen Zapfen dreht. Bei der entgegengesetzten Bewegung zur Ausgangsstellung zurück erhebt sich das Kapitulum ossis metat. I etwas, wendet sich medianwärts, wobei der innere Fussrand neben leichter Abplattung eine geringe Einknickung erfährt, und es dreht sich dabei das Os metat. I supinatorisch um seine Längsachse.



Fig. 17.

Diese beiden kombinierten Bewegungen sind von den Gelenkflächen so bestimmt gefordert, dass auch hier jede andere, mit Ausnahme der in ihre Komponenten zerlegten, sofortiges Klaffen zur Folge hat.

In gleicher Weise deuten die lateralwärts konkaven Grenzleisten, welche die drei Facetten des Os naviculare für die Ossa cuneiformia von einander trennen, darauf hin, dass, wenn letztere auf demselben zur Vermehrung der Fusswölbung abwärts gleiten, sie sich in Pronation drehen und die kongruent schleifende Bewegung lässt ausserdem eine gleichzeitige abduktorische Bewegung derselben konstatiren, durch welche der medianwärts konkave innere Fussrand mehr gerade gerichtet wird.

Dasselbe Verhalten in Beziehung auf die Kombination von Pronation mit Drehung, vorn ab- und lateralwärts, zeigen bei kongruentem Schleifen der Flächen der zweite, und in geringerem Grade auch der dritte Mittelfussknochen bei Bewegungen an den Keilbeinen und ebenso die Ossa metatarsi IV und V am Würfelbein.

Charakteristisch für die Bewegung der Knochen der Fusswurzel und des Mittelfusses in vertikaler Richtung, welche zu stärkerer Wölbung der Planta führt, ist demnach, dass sie im hintern Fussabschnitt — im Talo-Tarsal- und im Kalkaneo-Kuboidealgelenk — unter Supination und Rotation des vordern Endes der Knochen nach innen, im vordern Fussabschnitt dagegen — in den Gelenkverbindungen des Os naviculare mit den Keilbeinen und dieser wie auch des Würfelbeins mit den Mittelfussknochen — unter Pronation und Rotation des vordern Endes lateralwärts stattfindet.



## II.

### Kombination der Bewegungen von zwei und mehr Gelenken.

#### § 9.

In den Figg. 18—20 ist die Bewegung zwischen Tibia und Kalkaneus dargestellt, welche dieselben gegeneinander um den Talus in seiner Eigenschaft als Zwischenkörper nach Art der bisherigen Darlegung um die drei Raumachsen ausführen.

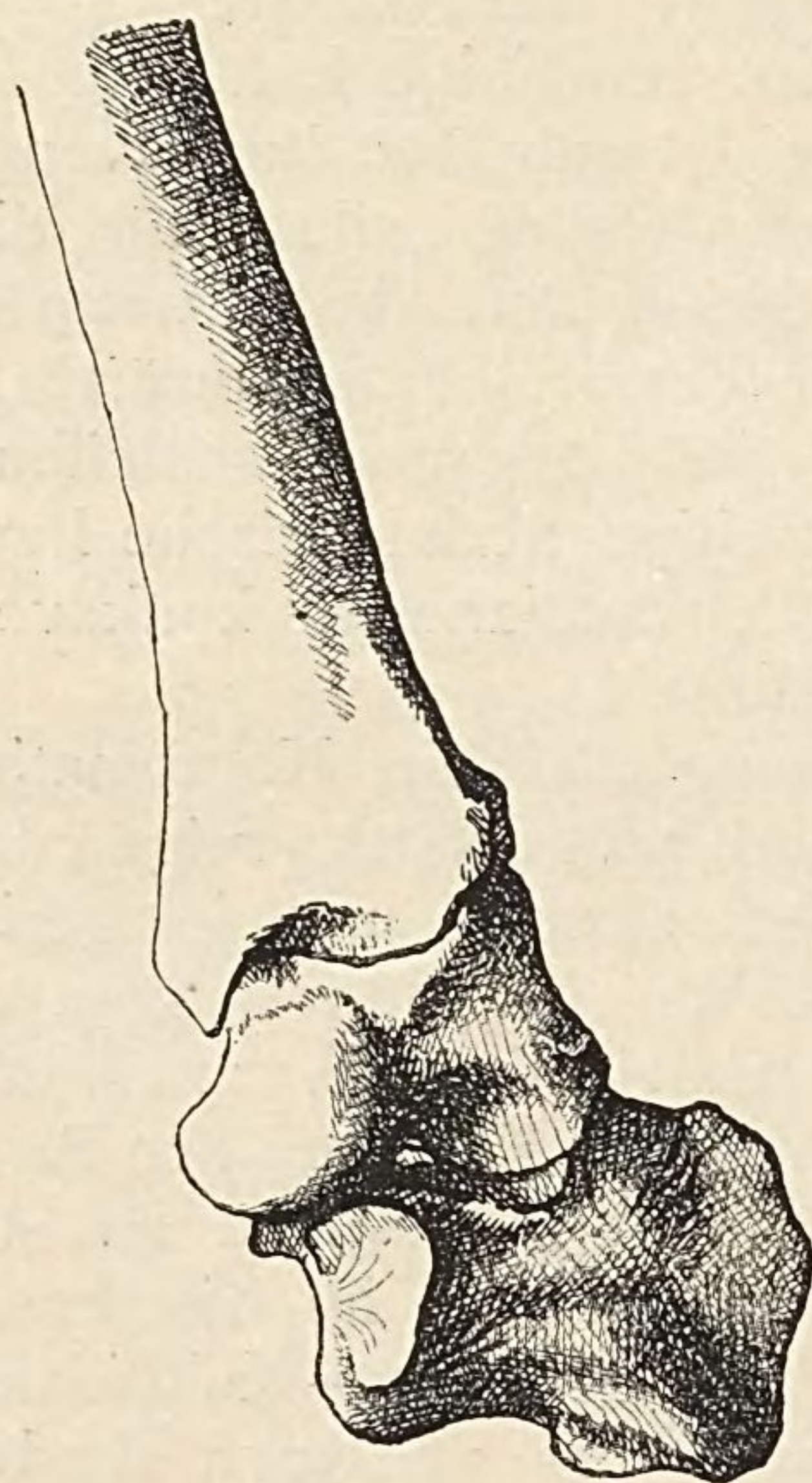


Fig. 18.

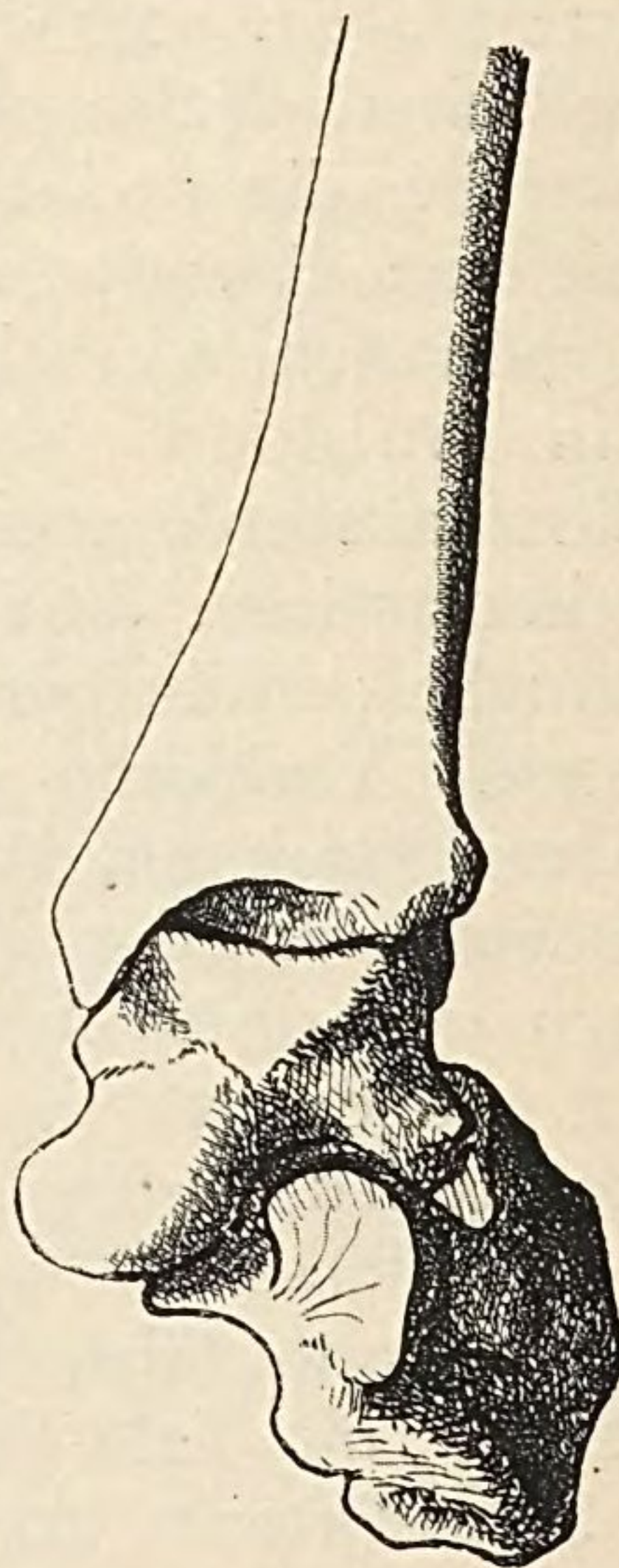


Fig. 19.

In Fig. 18 ist die Tibia etwas nach vorn geneigt, der vordere Knorpelrand ihrer Hohlrolle deckt den vordern Rollenrand des Talus. Die Stellung zwischen diesem und dem Kalkaneus entspricht der vollständigen Oeffnung des Sinus tarsi.

In Fig. 19 hat die Tibia auf dem Talus eine Plantarflexionsbewegung (Dorsalstreckung) von  $57^{\circ}$  vollzogen; dabei hat sie eine Drehung von  $20^{\circ}$  um eine durch den Matleolus internus gehende



Längsachse mit ihrer Vorderfläche lateralwärts gemacht, und zugleich wurde während dieser Drehungen das obere Ende der Tibia um  $14^{\circ}$  medianwärts abgelenkt.

Der Kalkaneus dagegen hat zum völligen Schluss des Sinus tarsi am Talus sich bewegend valgusartig seine äussere rauhe Fläche um  $12^{\circ}$  mehr nach oben gedreht und sein Processus anterior ist um  $10^{\circ}$  aufwärts und um  $21^{\circ}$  lateralwärts rotirt.

Die absolute Stellung des Talus im Raum ist dieselbe geblieben; durch die Bewegung der beiden andern Knochen aber ist seine relative Stellung gegen diese derart verändert, dass er aus der Höhle, welche dieselben in Fig. 18 miteinander bildeten und in welche sie ihn vollständig aufnahmen, jetzt in Fig. 19 theilweise nach vorn herausgewunden erscheint.

Wie Tibia und Kalkaneus von ihrem ruhenden Kern, dem Talus, sich abwinden, so kann umgekehrt dieser durch die Schwere des Körpers oder durch Muskelkraft zwischen jenen herausgewunden werden. Doch ist diess nur unter der Bedingung möglich, dass auch Tibia und Kalkaneus gleichzeitig ihre Stellung zu einander in bestimmter Weise ändern.

Der höhere Grad ihrer Torsionsform Fig. 22 kam dadurch zu Stande, dass beide Knochen von der Stellung Fig. 21 aus in entgegengesetzter Richtung um ihre Längsachsen gedreht wurden. In Folge der rechtwinkligen Ablenkung der letztern korrespondirt die Rotation der Tibia nach aussen ( $20^{\circ}$ ) mit der Pronation des Kalkaneus ( $12^{\circ}$ ), die Neigung jener mit ihrem Knieende medianwärts ( $14^{\circ}$ ) mit der Rotation des Processus ant. calcanei lateralwärts ( $21^{\circ}$ ) und die Plantarflexion der Tibia ( $57^{\circ}$ ) mit der Dorsalflexion des letzteren ( $10^{\circ}$ ).

Betrachtet man aber die Stellungsveränderungen der Knochen mit Beziehung auf feste Achsen, die für beide gleich gerichtet sind, so hat sich in Fig. 22 die Vorderfläche der Tibia etwa um ebensoviel lateralwärts gedreht, wie der Processus anter. calcanei und der Grad der Pronation des Kalkaneus stimmt annähernd überein mit demjenigen der Adduction der Tibia.

In diesen beiden Drehrichtungen hat sich mithin die relative Stellung beider Knochen nicht verändert; dagegen differirt ihre reine

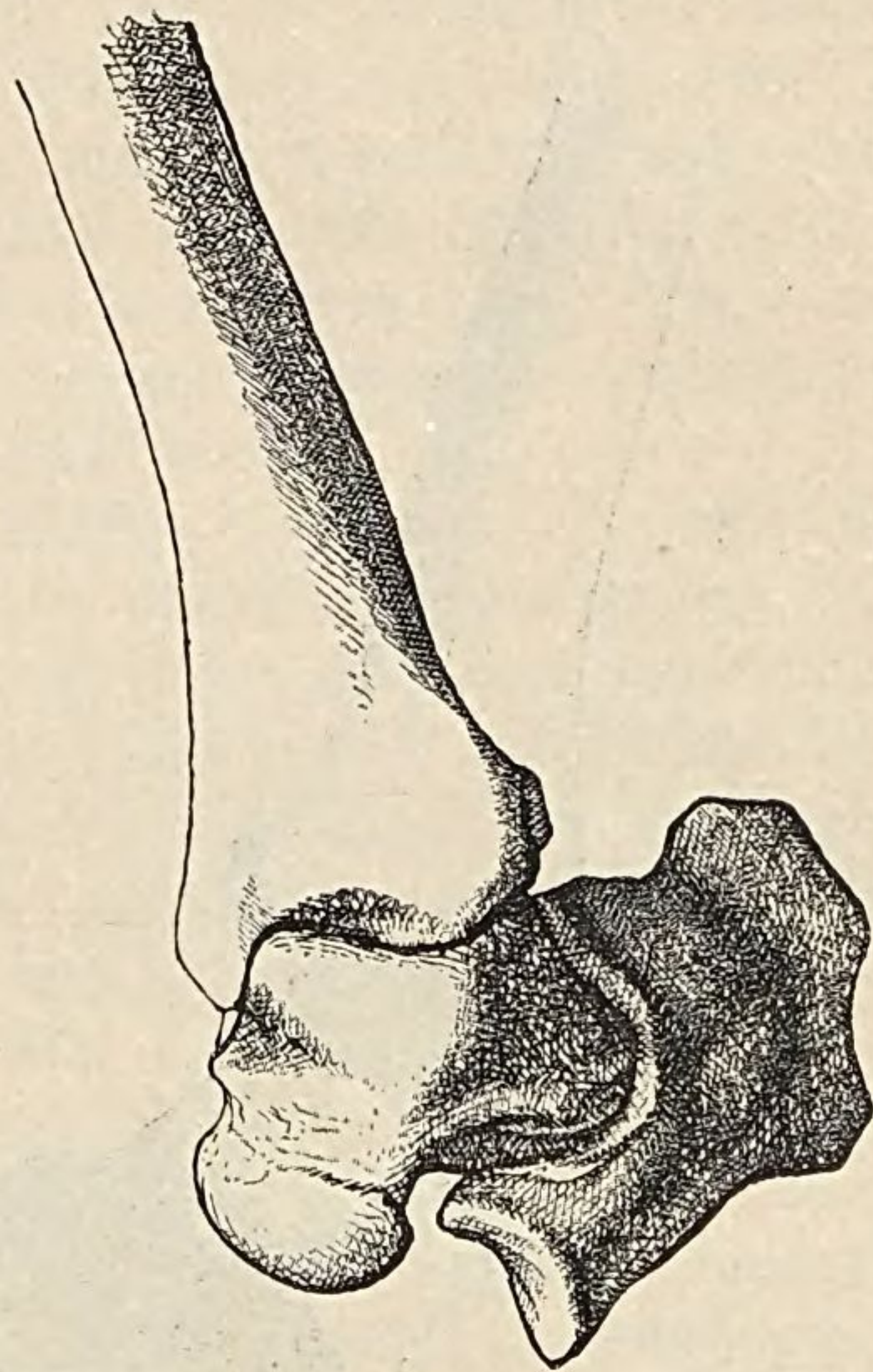


Fig. 20.



Flexionsbewegung um  $47^{\circ}$ . Tibia und Kalkaneus begaben sich demnach in Streckstellung gegeneinander, rückten ausserdem näher zusammen und wurden dabei etwas lateralwärts verschoben.

Diese Stellungsveränderungen zwischen Tibia und Kalkaneus sind nun auch die Bedingung, unter welcher der Talus die windende Bewegung allein ausführen kann.

Wären die Exkursionen in frontaler, sagittaler und horizontaler Richtung im obern und untern Sprunggelenk einander gleich, so wäre es dem Körpergewicht, indem es die Tibia gegen den Kal-

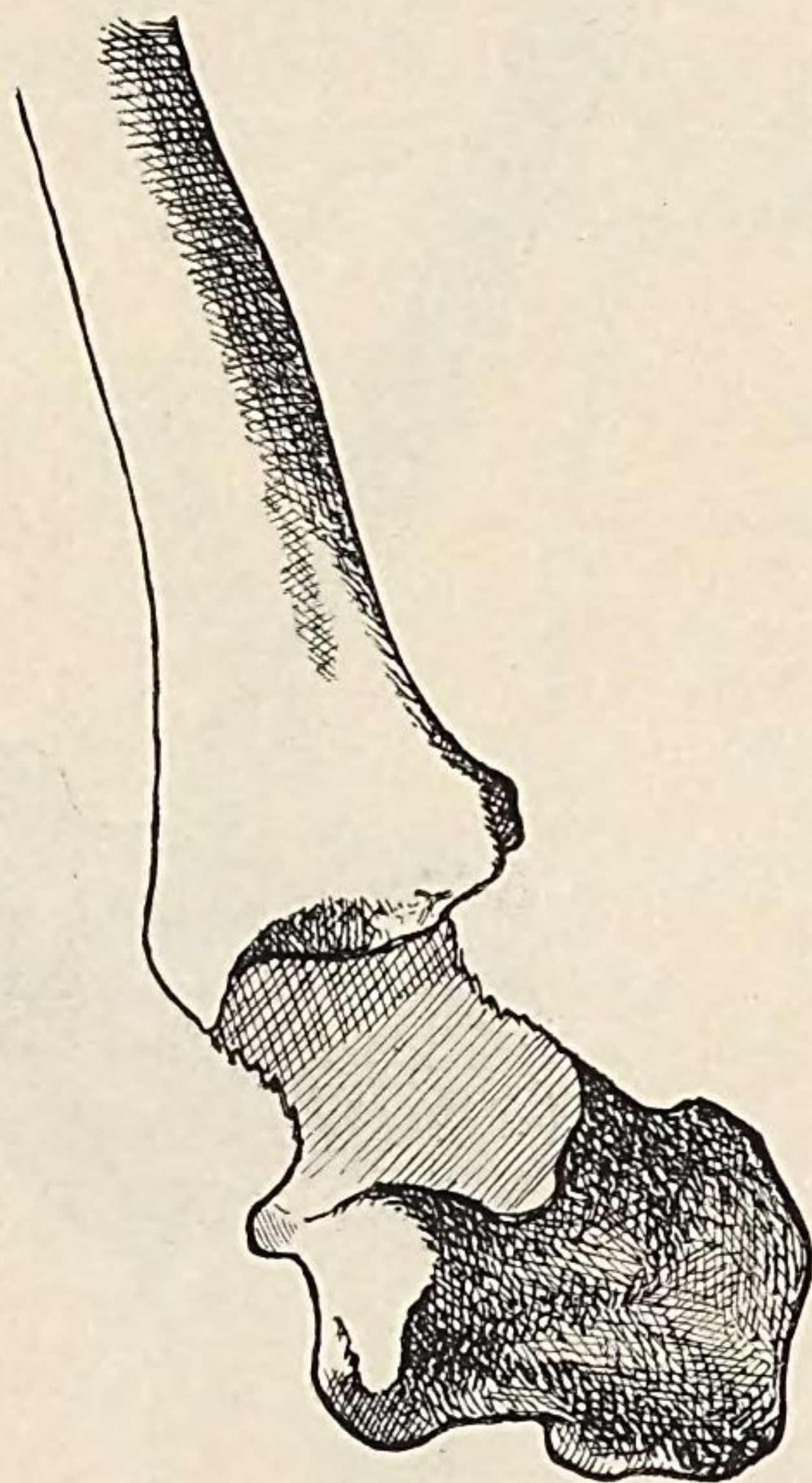


Fig. 21.

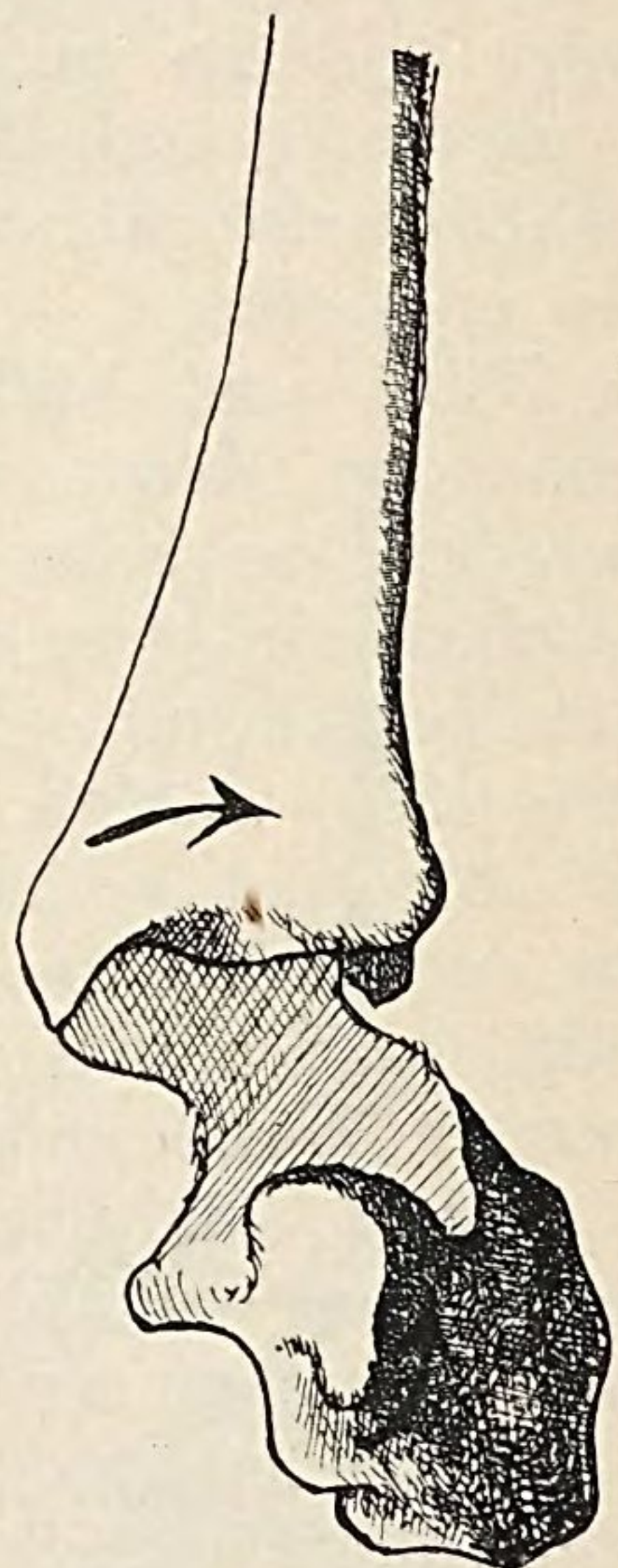


Fig. 22.

kaneus herunterdrückt und den Raum für den Talus verkleinert, beim aufrechten Stehen möglich, den Talus aus seiner Höhle herauszuwinden. Die relative Stellung zwischen Tibia und Kalkaneus würde sich mit Ausnahme ihrer Annäherung nicht weiter ändern, da der Talus die drei Rotationen unter Verschiebung medianwärts allein ausführte.

Dieser Eventualität ist nun aber dadurch vorgebeugt, dass die Exkursionsgrösse der Rotation in sagittaler Richtung (Flexionsbewegung) im obern Gelenk die entsprechende im untern Gelenk weit übertrifft, in unserm Fall um  $47^{\circ}$ , und somit die beiden übrigen, in beiden Gelenken etwa gleich grossen, Rotationen in horizontaler



und frontaler Richtung sich beim obern Sprunggelenk auf einen viel grössern Flexionsbetrag vertheilen als beim untern.

Selbstverständlich kann die Bewegung des Talus nicht gleichzeitig diesem verschiedenen Vertheilungsverhältniss in beiden Gelenken folgen, d. h. in beiden in verschiedener Weise sich vollziehen. Soll der Talus aus seiner Höhle herausgleiten, so ist es nöthig, dass entweder die Tibia oder der Kalkaneus oder beide zugleich die Differenz ausgleichen, indem sie das Plus der reinen Flexionsdrehung im obern Sprunggelenk übernehmen. Die Tibia vollzieht dieselbe unmittelbar auf der Talusrolle, der Kalkaneus durch Vermittlung des Talus, der während des Herauswindens auch die Flexionsbewegung des Kalkaneus mitmachen muss (Fig. 20). Unterbleibt dagegen die ausgleichende reine Flexionsbewegung zwischen Tibia und Kalkaneus, so ist der Talus in jeder Stellung, welche er gegen beide Knochen augenblicklich einnimmt, also auch in derjenigen, die ihm beim aufrechten Stehen zukommt, schon durch den blossen Gelenkmechanismus fixirt.

Die Entstehung der Gelenkstellung in Fig. 20, welche dieselbe ist wie in Fig. 19, erhellt auch aus der Betrachtung der isolirten Bewegung von Talus und Kalkaneus bei ruhendem Unterschenkel.

Der Talus bewegte sich an der Tibia zur Plantarflexion um  $57^{\circ}$ , drehte sich in Supination und rotirte seinen Kopf medianwärts; der Kalkaneus dagegen bewegte sich im Talokalkanealgelenk zur Dorsalflexion um  $10^{\circ}$ . Es ergab sich mithin ein Plus für die Plantarflexion von  $47^{\circ}$ ; die Supination des Talus dagegen wurde durch die Pronation des Kalkaneus ausgeglichen und fast um ebensoviel als sein Processus ant. der Medianwärtsbewegung des Taluskopfes folgte, drehte er sich lateralwärts von diesem wieder hinweg.

Demnach genügt eine reine Plantarflexionsbewegung des Kalkaneus oder eine reine Dorsalstreckung dieser letzteren gegen den ruhenden Fuss, um den Talus unter dreifacher Drehung und leichter medianer Verschiebung aus seiner Höhle herauszuwinden. Eine solche reine Flexion resp. Extension kann erzielt werden durch die Kontraktion der Wadenmuskeln oder durch Stehen auf einer nach vorn geneigten Ebene.

Die lateralwärts offene Höhle, welche Tibia und Fersenbein für den Talus bilden, wird vervollständigt durch den Malleol. ext. der mit der lateralen Talusfläche artikulirt. Die Fibula macht die Bewegungen der Tibia gegen den Talus stets mit; sie rotirt mit ihr zur Flexion und zur Adduktion und wie wir gesehen haben, in demselben Sinne, wie sie um eine Längsachse. Während aber diejenige für die Tibia durch den Mall. int. geht, geht die für die Fibula durch den Mall. ext. Dieser steht bei Plantarflexion tiefer als bei der Mittelstellung des Fussgelenks während des aufrechten Stehens auf horizontalem Boden, bei Dorsalflexion dagegen höher.



Bei Rückkehr der Stellungen Figg. 19 und 20 zu derjenigen Fig. 18 wird der in Torsion befindliche spiralige Knochenzug Tibia-Kalkaneus wieder detorquirt und damit die zwischen ihnen vorhandene Höhle für den Talus zu dessen Aufnahme erweitert.

Macht man mit den frischen, eben vollständig isolirten und von ihren Weichtheilen befreiten Knochen, deren normale Gelenkflächen noch gut aufeinander gleiten, reine Plantar- und Dorsalflexionsbewegungen, so sieht man den Talus sich zwischen Tibia und Kalkaneus in der bezeichneten Weise von selbst heraus- und hineinwinden.

Torsion und Detorsion, wie sie als wesentliche Funktionen der, einen vollständigen Umgang des äussern Spiralzuges repräsentirenden Kombination Tibia-Kalkaneus zukommt, ist auch die für das übrige Fuss skelett charakteristische Bewegung. Der äussere, dasselbe beherrschende Spiralzug setzt sich in mehrere hintereinander liegende Stränge gespalten bis zur Fuss spitze fort und gliedert in Gemeinschaft mit dem ihn durchkreuzenden innern Zuge die Knochenmasse in der Weise ab, dass sich diese im Sinne beider abwechselnd drehen kann. Jeder einzelne Knochen ist ebenso gut Bestandtheil des innern wie äussern Zuges.

Mit den Torsionsbewegungen ändern die Knochen ihre Stellungen in der früher beschriebenen Weise ab.

Aus der Stellung, welche das Os naviculare in Fig. 23 einnimmt, und die der Torsion der äusseren Windung mit Oeffnung des Sinus tarsi entspricht, ist dasselbe in diejenige Fig. 24 mit Detorsion derselben — Pronation mit Schluss des Sin. tarsi — übergegangen. Seine Rotation am Taluskopf nach oben bei gleichzeitiger Verschiebung lateralwärts, wodurch der vorher freiliegende obere laterale Kopftheil von ihm jetzt bedeckt wird; die Drehung seiner medianwärts gerichtet gewesenen Spitze mehr nach unten, sowie die schwache Drehung aufwärts um eine der Richtung des Zuges entsprechende mehr frontale Achse; desgleichen die entgegengesetzte Bewegung bei Rückkehr zur Ausgangsstellung, werden solcher Weise unmittelbar verständlich.

Ebenso sind die Bewegungen des Os cuboideum am Processus ant. calcanei nach diesem Schema aufzufassen, seine Verschiebung lateral- und vorwärts mit Rotation des vordern Endes nach oben und aussen bei Pronation und umgekehrt bei Supination. In gleicher Weise entspricht die Abduktion und Senkung der Mittelfussköpfchen bei Pronation Fig. 23 sowie ihre Adduktion und Erhebung bei Supination des Vorderfusses, Fig. 24, der torquirenden und detorquirenden Bewegung des äusseren Windungszuges.

Ist derjenige Theil desselben, nach welchem hin die Torsion fortschreitet, frei beweglich, so führt letztere zur Form- und Stellungsveränderung des ganzen Fusses. So hat die von hinten nach vorn



durch das Fuss skelett wandernde kombinierte Supination sämtlicher Gelenke eine Hebung und Adduktion der Fuss spitze mit Abflachung und Medianwärtskehrung der Fusssohle, sowie Wölbung des äusseren Fussrandes nach aussen zur Folge, mithin eine Fussform und -Stellung ähnlich derjenigen beim Neugeborenen.

Umgekehrt führt die von hinten nach vorn sich fortpflanzende Pronation zu Aushöhlung der Planta mit Abkehrung derselben nach aussen, und zu Abduktion und Senkung der Fuss spitze.

Gesellt sich zur Supination des Kalkaneus Pronation des Vorderfusses, so erhält der Fuss seine normale Torsionsform mit hoher Wölbung und grösstmöglicher Festigkeit gegenüber der Belastung

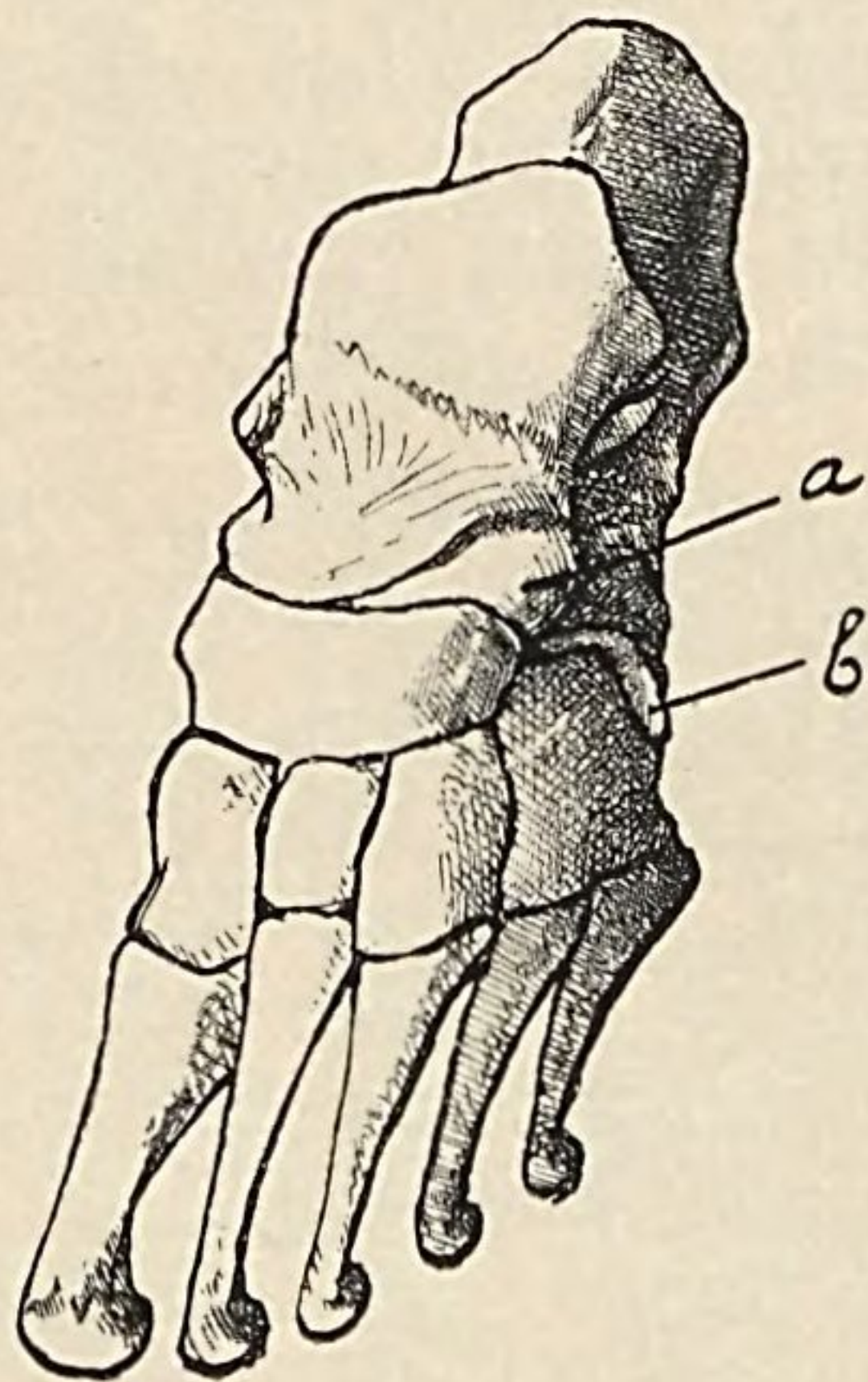


Fig. 23.



Fig. 24.

mit Körpergewicht beim Stehen und Gehen, verändert jedoch seine Stellung nicht.

Ebensowenig, wenn sich Pronation des Kalkaneus mit Supination des vordern Fussabschnittes vereinigt. Die Formveränderung in diesem Fall ist aber diejenige des Plattfusses mit Abflachung des Gewölbes und Lockerung des Gefüges.

Ist dagegen die Fuss spitze fixiert, so hat die von hinten nach vorn fortschreitende Supination Torsion des ganzen Fusses zur Folge. Der Effekt für die innere Bewegung im Fuss skelett ist derselbe wie bei gleichzeitiger Supination hinten und Pronation vorn; die Stellung des Fusses als Ganzes aber wird insofern verändert, als der Fersentheil, welcher sämtliche Einzelbewegungen in sich summiert, nun noch um so viel an Supination für sich gewinnt, als die Pronation des vordern Fussabschnittes betragen hätte. Der



hintere Fersenfortsatz weicht daher medianwärts ab, so dass die Fussspitze etwas abduzirt erscheint, und die Aussenfläche des Fersenbeins dreht sich über die vertikale Stellung hinaus etwas gegen unten.

Die vom Fersenbein nach den fixirten Zehen hin durch das Fuss skelett ziehende Pronation aber detorquirt den Fuss, wirkt sonach wie gleichzeitige Pronation hinten und Supination vorn, nur mit dem Unterschied, dass sie neben der Formveränderung noch zu einer Stellungsänderung führt. Das hintere Ende des Fersenbeins wendet sich lateralwärts, die Fussspitze erscheint daher etwas adduzirt und die äussere Fersenbeinfläche ist wie beim Plattfuss stärker nach oben gedreht.

Das oben S. 31 geschilderte Verhalten der vertikalen Bewegung der einzelnen Knochen, insofern die Drehung derselben vorn abwärts, welche zu stärkerer Wölbung der Planta führt, im hintern Fussabschnitt unter Supination und Rotation des vorderen Endes der Knochen medianwärts erfolgt; im vordern Fusstheil dagegen unter Pronation und Rotation des vorderen Endes lateralwärts, weist darauf hin, dass es zur Herstellung der normal gewölbten Fussform auf eine Torsion zwischen vorderm und hinterm Fussabschnitt abgesehen ist.

Für das Verständniss des beständigen Formenwechsels des Fuss skelettes beim Gehen und anderen Körperbewegungen, sowie des Zustandekommens der normalen Fussform beim Stehen ist stets die Thatsache im Auge zu behalten, dass es sich hier nicht um abwechselndes Links- und Rechtsdrehen spiraliger Windungen von unveränderlicher Gestalt handelt, sondern um eine fortschreitende, dieselben kontinuierlich durchziehende windende und wiederaufdrehende form- und eventuell stellungsverändernde Bewegung, an der sich sämtliche Gelenke betheiligen. Es finden sich desshalb häufig Kombinationen von Torsion und Detorsion in der verschiedensten Weise gleichzeitig auf die spiraligen Knochenzüge vertheilt, insofern als, während der eine Bewegungsvorgang das System durchläuft, auch schon der diesem entgegengesetzte vom andern Ende her bereits eingesetzt hat. Aufdrehung mit Einkeilung des Talus im Tarsokruralgelenk und Torsion des Fusses dienen beide zur Erzielung grösserer Widerstandsfähigkeit des Gefüges gegen Belastung und es wandern Torsion und Detorsion den Bedürfnissen der dynamischen und statischen Verhältnisse beim Gehen und Stehen entsprechend in den Spiralsystemen weiter, um im geeigneten Zeitpunkt stets dort zu sein, wo die augenblicklichen Ansprüche auf Festigkeit und Tragkraft sie fordern.

Die Schilderung dieser Vorgänge, wie sie sich unter dem Einfluss der Schwere und Muskelwirkung abspielen, werde ich bei Beschreibung dieser letzteren zu geben versuchen, zuvor aber noch Einiges zur Aufklärung über die Frage nach dem sogen. Muskeltonus vorausschicken.

---



### III.

## Antagonistentheorie.

#### § 10.

Noch vor den Arbeiten Henke's und H. v. Meyer's, welche die Muskelthätigkeit zur Erhaltung des normalen Baues des Talotarsalgelenks unter Beziehung auf den dafür aufgestellten Mechanismus einer einfachen Drehung um die sogenannte schiefe Astragalusachse als entbehrlich erscheinen liessen, hatte sich Werner — »*Reform der Orthopädie*«, Berlin 1851 — bemüht, die Nichtexistenz einer solchen Hilfe von Seite der Muskulatur gerade während des aufrechten Stehens, wo das Gelenk durch die Körperschwere am meisten gefährdet ist, nachzuweisen.

Werner hatte durch eine Reihe von Experimenten gezeigt, dass der lebende Muskel vollständig verschlafft sein kann, und dass er in diesem Zustande ebenso wie der todte, nur elastische, aber keine kontraktile Eigenschaften besitze.

Damit griff er die Antagonistentheorie an, nach welcher die Muskeln auch in voller Ruhe noch einen gewissen Grad von Innervationsspannung — Tonus — besitzen, vermöge deren sie sich als Antagonisten im Gleichgewicht befinden, d. h. eine diesem entsprechende mittlere Gelenkstellung erzielen müssen. Da diese Theorie allgemeine Geltung hatte, jedoch in einseitiger Weise zur Erklärung der Kontrakturen gebraucht wurde, insoferne man diese stets als Folge von Schwäche oder Lähmung von Antagonisten betrachtete, führte Werner einige Fälle von Muskellähmung und -durchschneidung, bei welchen sich keine Kontraktur im Sinne der Antagonistentheorie gebildet hatte, gegen diese selbst in's Feld. Ähnliche Fälle, bei denen ausserdem noch das Körpergewicht mit in Rechnung gezogen wurde, machten später Hüter und Volkmann gegen die Antagonistentheorie geltend, so dass diese endlich aufgegeben wurde. An ihre Stelle trat die These Werner's: »Der Muskel ruht nach jeder Thätigkeitsäusserung wirklich, d. h. in der Zwischenzeit zwischen je zwei Kontraktionen findet im Muskel keine Spannung weiter statt.«



Dagegen habe ich in meiner Abhandlung »*Ueber den Mechanismus des menschlichen Ganges etc.*«<sup>1)</sup> den Nachweis geliefert, dass die Kontraktionen der einzelnen Muskeln beim Gehen aus Dehnungen der erregten Muskeln hervorgehen, die allemal nothwendig bei dem einen Theil derselben eintreten müssen, sobald der andere aktive das Gelenk in Bewegung setzt. Der Erregungszustand erstreckt sich auf das Gesamtgebiet der während des Gehens in Aktion tretenden Muskeln, sowie auf die gesamte Dauer desselben. Die Einzelkontraktion dabei ist kein Willensakt, sondern derselbe Spannungsausgleich, der auch beim Aequilibriren der Skelettknochen übereinander während des Stehens stattfindet, beim Gehen jedoch dadurch, dass der Schwerkraft mehr Spielraum gewährt wird, auf weitere Grenzen hinausgeschoben ist. Damit dieser automatische Vorgang beginnen kann, ist es nöthig, dass der Wille durch einen einmaligen willkürlichen Akt — Aufheben des Beines zum Vorschreiten — den ersten entsprechend intensiven Spannungsunterschied an einer Stelle der Muskelreihen veranlasst; der darauf folgende Ausgleich durch Kontraktion ruft sofort wieder einen Spannungsunterschied in den benachbarten Muskeln hervor und auf solche Weise wird die ganze Gliederkette der unteren Extremitäten und des Stammes von diesem Spiel durchlaufen, und zwar von dem jeweils durch die Schwerkraft direkt oder indirekt fixirten Theil der Kette weg nach dem frei beweglichen Theil derselben hin. Dessgleichen muss der Wille stets in Bereitschaft sein, jedes von aussen herrührende störende Eingreifen in dieses automatische Spiel durch intervenirende Muskelkontraktionen zu pariren, damit der gleichmässige Ablauf keine Unterbrechung erleide.

Bei dieser Auffassung ist die Annahme einer Erschlaffung der Muskeln nach deren Kontraktion ausgeschlossen. Diese bleiben vielmehr während der ganzen Dauer der Gehbewegung in ununterbrochener Thätigkeit, und nur der Grad derselben wechselt zwischen dem Zug durch tonische Spannung, welcher keine äussere Arbeit leistet, und demjenigen bei aktiver Zusammenziehung.

Wie ich ferner gezeigt habe, spielt die relative Länge der Muskeln bei ihrem Spannungsgrade eine wesentliche Rolle. Dieselbe muss bei sämtlichen Muskeln auf eine mittlere Gelenkstellung eingestellt sein, welche die Haltung bedingt, die in charakteristischer Weise bei verschiedenen Individuen je nach ihrer Beschäftigung und ihren Gewohnheiten dem Stehen und Gehen und ihren übrigen Körperbewegungen eigenthümlich ist. Innerhalb des Rahmens der

---

1) C. Boegle, Ueber d. Mechanismus d. menschl. Ganges u. d. Beziehungen zwischen Bewegung u. Form. München, 1885, Verl. v. Theod. Ackermann.

Für die ein halbes Jahr nach Publikation dieser Arbeit erfolgte Doktor-Promotion des Verfassers wurde sie in unveränderter Form als Dissertationsschrift verwendet.



Verschiedenheit der Haltungen aber halten sich die Muskeln in der That das Gleichgewicht, resp. sind stets bereit, den gestörten Gleichgewichtszustand sofort wieder herbeizuführen. Die Schwerkraft tritt als Bundesgenosse oder Gegner bald auf die eine, bald auf die andere Seite, und sie kann in einem gegebenen, periodisch wiederkehrenden Augenblick bei völliger Entspannung des einen Theils der Muskeln, für sich allein dem antagonistischen anderen Theil das Gleichgewicht halten. Was aber periodisch nur für kleinste Zeittheilchen wiederkehrt, das kann in pathologischen Fällen, bei Lähmungen, Durchschneidungen etc. von Muskeln, durch den Willen absichtlich dauernd unterhalten werden. An Stelle der gelähmten Muskeln tritt ein für alle Mal durch willkürliche Verschiebung der Einzelschwerpunkte die Schwerkraft. Die dabei veränderte Haltung des entsprechenden Körpertheils wird allmählig habituell und nun besteht in der noch möglichen Bewegungsrichtung nur noch ein Antagonismus zwischen Schwerkraft und dem nicht gelähmten Theil der Muskeln. Auf solche Weise schiebt sich der Willensakt der Abänderung der Haltung zu Gunsten der ferneren Brauchbarkeit des gelähmten Körpertheils zwischen die Lähmung und deren Folgen, welche in nutritiver Verkürzung der Muskeln und übrigen Weichtheile der nicht gelähmten Seite, also in einer Kontraktur im Sinne der Antagonistentheorie hätten bestehen müssen. Die Fälle also, in denen trotz Muskellähmung oder -durchschneidung keine Kontraktur in diesem Sinne sich gebildet hat, sprechen nicht gegen das Bestehen eines Muskelantagonismus. Der Wille konnte sich der intakten Muskeln nicht besser bedienen, als dass er aus dem zweiarmigen Hebel einen einarmigen machte. Dies gilt besonders für das *Genu recurvatum*, den *Pes equinus* und die von Duchenne angeführten Fälle von Lordose nach progressiver Atrophie der *mm. sacrospinales*.

Der von Werner erwähnte Fall der Paralyse des *Nervus facialis*, in dem ebenfalls die Kontraktur im Sinne der Antagonistentheorie ausblieb, beweist ebenso wenig gegen letztere. Denn die Gesichtsmuskeln haben keine solchen dynamischen und statischen Aufgaben, wie die Muskeln der Extremitäten und des Stammes. Für diese, zumal für die der untern Extremitäten und des Rückens kommt ganz besonders der automatische Ablauf ihrer Thätigkeit, entsprechend der Einfachheit und Periodizität ihrer Leistung, zur Geltung. Es steht ihnen darum vor allen übrigen Skelettmuskeln zur Erhaltung einer kontinuierlichen gleichmässigen Aktion beständig ein konstanter Faktor — die Schwerkraft — in genügender Weise zur Verfügung. Weit weniger ist dies bei den oberen Extremitäten, der Hand und den Fingern und in noch viel geringerem Maasse bei den Gesichtsmuskeln der Fall, und demgemäss sehen wir auch die nutritive Kontraktur im Sinne der Antagonistentheorie bei



letzteren viel häufiger sich im Gefolge von Lähmungen einstellen. Doch stehen auch hier wieder zwei Mittel zu Gebot, um sie zu verhindern. Das eine ist die grössere Leichtigkeit und bequemere Art, die stattgehabte Bewegung von Knochen und Weichtheilen künstlich wieder zum Status quo zurückzuführen. Das andere besteht in der durch Erfahrung und Uebung zu erlangenden Fähigkeit, die nicht gelähmten Antagonisten, die hier keine statischen Wirkungen, sowie keine durch die Kontinuität der Gesamttaktion geforderte Thätigkeit zu entfalten haben, aus der allgemeinen tonischen Erregung auszuschalten. Sie haben dann ebenso wenig wie die gelähmten einen Bewegungseffekt und beschränken sich, in unmittelbaren Dienst des Willens gestellt, auf bewusste und gewollte Akte, auf welche die Stellungskorrektur jeweils sogleich folgen kann. Allerdings erfordert dies einen nicht geringen Grad von Selbstbeherrschung und Aufmerksamkeit, der nur relativ Wenigen eigen und zumal bei ungebildeten, wenig disciplinirten Personen und bei kleinen Kindern nicht zu erwarten ist. Wo diese Bedingungen aber vorhanden sind, hat eine Facialislähmung keine Gesichtsverzerrung zur Folge, wenn man den davon Befallenen nach Werner darauf aufmerksam macht, sein Gesicht nach jeder absichtlich vollzogenen Bewegung mit seiner Hand wieder in Ordnung zu bringen.

Sobald also ein Muskel vom Willen aus erregt ist, hat er das Bestreben, sich zu kontrahiren. Verhindert ihn die Kraft eines Antagonisten, die Schwere oder eine andere äussere Kraft oder innerer Widerstand an der Kontraktion, so bleibt er so lange in Spannung, als seine Erregung dauert oderbis es ihm möglich wird, durch Zusammenziehung sich zu entspannen. Der Zustand der Erregung aber erstreckt sich bei automatisch ablaufenden Bewegungen auf die gesamte Dauer derselben für alle betheiligten Muskeln.

Wir können darum Werner Recht geben, wenn er gegen die frühere Fassung der Antagonistentheorie durch J. Müller einwendet, dass die Spannung des Muskels nicht durch das ganze Leben ununterbrochen fortdaure, da er leicht nachweisen konnte, dass der lebende Muskel im Zustande völliger Erschlaffung sich ebenso gut befinden könne, wie in dem der Kontraktion. Wir müssen ihm aber Unrecht geben, wenn er meint, die Kontraktion des Muskels sei dessen einzige Thätigkeitsäusserung, vor und nach welcher er sich im Zustande gänzlicher Erschlaffung befinde. Der menschliche Organismus besitzt vielmehr die Fähigkeit, längere Zeit andauernde periodische Leistungen, welche von einem grösseren oder kleineren unter sich in Kontinuität stehenden Theil des Gesamtknochen- und Muskelapparates vollführt werden sollen, dadurch zu bewerkstelligen, dass er für die Dauer derselben die entsprechende Muskulatur in einen der Energie der gewollten Leistung angemessenen Grad von Erregung versetzt, dann durch einen ersten willkürlichen



Kontraktionsakt den Impuls zur Leistung gibt, deren ferneren automatischen Ablauf dann aber dem Mechanismus des Apparates und den den Muskeln innewohnenden physikalischen Eigenschaften überlassend, nur noch die seiner Intention entsprechende Art der Ausführung überwacht und regulirt, indem er theils den Grad der Erregung entsprechend erhöht oder herabsetzt, theils mit direkten willkürlichen Muskelaktionen an passender Stelle des Apparates und zu passender Zeit in den automatischen Gang der Thätigkeit eingreift.

---

#### IV.

### Muskelfunktionen.

#### § 11.

Wenn die vorausgegangenen Untersuchungen dazu beigetragen haben, Charakter und Bewegungsart der Gelenkflächen der Fusswurzel und des Mittelfusses einigermaßen aufzuklären, so ergibt sich aus ihnen auch deren physiologische Bedeutung für die Muskelaktionen.

Nach der jetzt herrschenden Auffassung der Gelenke als Rotationsgelenke im Sinne Henke's und H. v. Meyer's kann den Muskeln nur die Aufgabe zufallen, jedes Gelenk um die Eine ihm zugeschriebene Rotationsachse zu drehen. Solcher Achsen nehmen die beiden Autoren überdies nur zwei an, eine transversale für das obere Sprunggelenk und eine schiefe, sogenannte Astragalusachse für die Artikulation des Sprungbeins mit Kahn- und Fersenbein und sogar noch für diejenige zwischen diesem letzteren und dem Würfelbein. Die übrigen kleineren Gelenke werden als nahezu unbeweglich betrachtet. Sie sollen nur unbedeutender regelloser amphiarthrotischer Verschiebungen fähig sein, welche zum Theil auf Rechnung der sogenannten Ungenauigkeiten im Gelenkbau zu Stande kämen oder als Kompensationen für solche zu gelten hätten.

Wenn man sich nun auch mit der Anordnung der Muskeln vor und hinter der transversalen Sprunggelenksachse für die reine Streckung und Beugung zwischen Fuss und Unterschenkel zufrieden geben wollte, so ist dies mit der Beziehung der Muskelwirkung auf die sogenannte schiefe Astragalusachse nicht wohl möglich. Der wirksamste Angriff der Muskeln auf ein Rotationsgelenk wäre bekanntlich derjenige, welcher in der Drehungsebene rechtwinklig gegen den Radius der Bahnkurve gerichtet ist — der tangential.



Gegen die Lage der schiefen Achse aber sind die Zugrichtungen der einzelnen Muskeln höchst ungünstig. Derjenige Muskel, dem die kräftigste Wirkung als seine wesentlichste Funktion zugeschrieben wird, der *m. tibialis posticus*, läuft mit der schiefen Achse fast in einer Ebene, dessgleichen der *m. flexor digit. ped. commun. long.* und der *m. flexor. halluc. long.*; die Zugrichtung der Wadenmuskeln schneidet bei Erwachsenen nach Henke die Achse und könnte danach keinen Einfluss auf das Gelenk besitzen; der *m. tibialis anticus* kommt endlich gar auf die äussere Seite derselben zu liegen, sodass er ihr zu Lieb ein Pronator sein muss; denn die Muskeln medianwärts von der Achse sollten alle Supinatoren, diejenigen lateralwärts von derselben dagegen Pronatoren sein. Die einfache unbefangene Beobachtung dagegen wird den *m. tibialis ant.*, welcher von der Aussenfläche des Unterschenkels über das Fussgelenk hinweg sich um den inneren Fussrand herumschlägt, um sich dort anzusetzen, für einen Supinator halten. Derselbe wird, wenn er überhaupt eine Drehung des Fusses um seine Längsachse bewirkt, offenbar den inneren Fussrand heben, also die Sohlenfläche nach innen kehren, nicht aber das Gegentheil davon thun, d. h. den Fuss proniren. Die grosse Masse der kurzen Fusssohlenmuskeln hätte vollends gar keinen Einfluss auf das Talokalkanealgelenk, wenn man diesem nicht etwa mit Henke neben der reinen Drehung um die schiefe Achse doch noch einen schraubenförmigen Charakter wahren will.

Da das Talokalkanealgelenk aber für die normale Gestalt und Gewölbeform des Fusses von der grössten Bedeutung ist, insofern die Deformirung, welche schliesslich zu hochgradigem Plattfuss führt, gerade hier zuerst einzusetzen pflegt, so ist es von besonderem Interesse, dass bei der gegenwärtigen Auffassung kein einziger Muskel vorhanden ist, dem die Fähigkeit, dies Gelenk dem Körpergewicht gegenüber zu unterstützen oder in seiner Integrität zu erhalten, in unbestrittener Weise zugestanden würde. Denn auch der *m. tibial. post.*, dem sonst diese Aufgabe in hervorragendem Maasse zukommen sollte, wurde von einigen Autoren als dazu nicht geeignet bezeichnet, so von Reismann<sup>1)</sup>, welcher ihn überflüssig fand, nachdem schon eine knöcherne Stütze im *Sustentaculum tali* gegeben sei; und in neuester Zeit von Lorenz<sup>2)</sup>, weil er keinen Einfluss auf den äussern Fussbogen habe, der für die Integrität der Gewölbeform des Fusses allein massgebend sei.

Allein es zeigt sowohl der Zug am *m. tibialis posticus* der Leiche, wie die Faradisirung desselben beim Lebenden und an

---

1) L. Reismann, der erworbene Plattfuss, Langenbeck's Archiv, 1869, II. Bd., und Krit. Betrachtung d. Lehre über den Plattfuss, ibidem 1882, 28. Bd.

2) Lorenz, die Lehre vom erworbenen Plattfuss, Stuttgart 1883, Verl. von F. Enke.



frisch amputirten Unterschenkeln, wie sie Duchenne<sup>1)</sup> ausführte, dass dieser Muskel ein kräftiger Supinator sei und man hält daher an dieser Thatsache fest, obgleich sie aus dem Mechanismus des vermeintlichen Rotationsgelenkes mit der schiefen Astragalusachse in keineswegs genügender Weise zu begreifen ist.

Weit dankbarer wird die Aufgabe sein, die Muskelwirkung unter Zugrundlegung der hier entwickelten Gelenkmechanik mit gleichzeitiger Drehung der Gelenkskörper um sämtliche drei Raumachsen zu erklären, da hiebei ein tangentialer Angriff in einer der drei Drehrichtungen leicht ermöglicht ist. Die Muskeln haben darum nicht nöthig, sich nach allen Dimensionen des Raumes auszubreiten, wodurch sie eine schädliche Steigerung der Schwere und Schwingkraft am peripherischen Ende der Extremität herbeiführen würden auf Kosten der Leichtbeweglichkeit derselben. Sie verlaufen deshalb fast durchaus annähernd in der Längsachse der jeweiligen Abschnitte der Extremität und es genügt bei den kleinen Exkursionen der Gelenke während der periodischen Aktion der Gehbewegungen die geringe Divergenz der Fasern und Bündel der kurzen Muskeln, um in jeder Phase derselben einen Theil davon in tangentialer Richtung wirken zu lassen. Dazu kommt noch, dass die in spiraligen Zügen verlaufenden Muskelfasern ausser dem Zuge in ihrer Längsrichtung noch eine zu diesem senkrechte Drehwirkung äussern, worauf ich in meiner bereits citirten Abhandlung aufmerksam gemacht habe. Indem sie nämlich durch Torsion des Gelenkes, über welches sie hinwegziehen, selbst torquirt und dadurch zur Kontraktion veranlasst werden, drehen sie sich während derselben ebenso wie das Gelenk wieder auf, so dass die Detorsion ihrer Windung einen integrirenden Bestandtheil ihrer Zusammenziehung ausmacht. Wo aber diese Drehwirkung wegen der grossen Länge der Sehnen weniger leicht übertragen werden kann, da sorgt wieder die Zwangsläufigkeit des Gelenkmechanismus für die Umsetzung eines Theils der Zugkraft des Muskels in eine seiner Detorsion entsprechend rotirende Kraft.

Das Verhalten der Muskeln ist sonach dem früher erörterten Gelenkmechanismus genau angepasst, welcher ihnen die Vortheile der schiefen Ebene und des Hebels gewährt. Torsion und Detorsion der Muskeln, die am Fuss meist über zwei und mehr Gelenke weglaufen, weisen uns aber auch darauf hin, diese nicht nur einzeln, sondern in ihrer funktionellen Zusammengehörigkeit zueinander zu studieren und damit tiefer in die Bedeutung der bisher als Ungenauigkeiten im Gelenkbau betrachteten Nebenbewegungen um die übrigen Raumachsen einzudringen. Die beste Gelegenheit hiezu

---

1) Duchenne (de Boulogne), Physiologie d. Bewegungen nach elektr. Vers. und klin. Beobachtung mit Anwendung auf das Studium der Lähmungen u. Entstellungen Uebers. von Dr. C. Wernicke. Cassel u. Berlin, Verl. v. Fischer, 1885.



bietet uns das Tarsocruralgelenk, dessen drei grössere von einander getrennte Artikulationen funktionell wie anatomisch ein Ganzes ausmachen.

Wohl kann der Talus der Tibia oder dem Fersenbein aggregirt werden in Folge pathologischer Fixirung oder von absichtlich gewollter atypischer Stellung oder Bewegung des Fusses. Allein bei periodisch ablaufenden, rein typischen Bewegungen, wie denjenigen des Gehens, bei welchen die Aktion sämtlicher in gleichmässigem Erregungszustand befindlicher Muskeln nach Massgabe von Spannung und Entspannung, wie sie die dehnende Gelenkbewegung zur Folge hat, sich vollzieht, bewegen sich immer sämtliche Gelenkflächen des Talus gleichzeitig an den gegenüberliegenden Flächen der miteinander artikulirenden Skelettabschnitte. Desshalb ist die Kenntniss der Bewegungen des Unterschenkels und Fusses gegeneinander vorzugsweise geeignet, diejenige der Gegenbewegungen des zwischen ihnen eingekeilten Talus zu fördern.

Die Gelenkverbindung zwischen Tibia und Fibula einerseits und Fersen- und Kahnbein andererseits besitzt die Eigenthümlichkeit, dass sie einen veränderlichen Hohlraum einschliesst, der durch den Talus ausgefüllt wird. Dieser vermittelt ihren Kontakt, auf seinen Flächen schleifen die ihrigen. Innerhalb der durch seinen Bandapparat gesetzten Grenzen liegt er frei beweglich in seiner Höhle und steht nicht unter direkter Einwirkung von Muskelkräften. Diese kommen auf ihn nur zur Geltung mittels der Gelenkenden der beiden im Fussgelenk artikulirenden Skelettabschnitte — Unterschenkel und Fuss. Er verhält sich zu diesen wie das Zwischenstück beim Universalgelenk zu den beiden beweglichen Wellen, und wie jenes in Ruhe bleibt, solange diese in ihrer Stellung verharren, so ist auch eine Bewegung des Talus unmöglich, solange Unterschenkel und Fuss in ihren einzelnen Theilen und im Ganzen gegeneinander in Ruhe sind. Der Talus spielt so eine völlig passive Rolle und gleitet, dem durch Schwere oder Muskelkraft veranlassten Druck der ihn umschliessenden Gelenkflächen nachgebend und ausweichend, immer dorthin, wo er den geringsten Widerstand findet. Von einem selbstständigen Gelenk zwischen ihm und einem der in Rede stehenden Skelettabschnitte kann daher bei freier Bewegung desselben keine Rede sein — er ist einfach Zwischenkörper und als solcher den Bandscheiben des Kniegelenks analog.

Der Versuch, welchen Henke gemacht hat, diese Bandscheiben als selbstständige Gelenkskörper zu behandeln, und damit ein oberes und ein unteres Paar von Artikulationen zu statuiren, sollte offenbar dazu dienen, die Existenz der schiefen Achse auch für das Kniegelenk zu stützen. Er ist aber, wie Eingangs erwähnt, nicht gerade glücklich ausgefallen. Die Bandscheiben des Kniegelenks haben eben nur den Zweck, den kongruenten Schluss der Gelenk-



flächen von Femur und Tibia in den verschiedenen Stellungen derselben gegeneinander zu vermitteln. Sie thun dies den unveränderlichen Gelenkformen der Kondylen gegenüber durch Veränderungen ihrer eigenen Form, und zwar sowohl ihrer Einzelformen vermöge ihrer Elastizität als auch in ihrer Kombination zu einem Ganzen durch entsprechenden Stellungswechsel gegeneinander.

Beim Fussgelenk liegen die Verhältnisse umgekehrt. Hier hat der Zwischenkörper — der Talus — die unveränderliche Form, in-  
dess die durch das Gelenk verbundenen Körper — Unterschenkel und Fuss — ihre Formen verändern, und zwar durch Bewegung je zweier Knochen gegeneinander, welche die Artikulationsflächen jedes der beiden Skeletttheile gegen den Talus abgeben — der Tibia gegen die Fibula einerseits und des Fersen- gegen das Kahnbein andererseits, — sowie durch Bewegung der beiden Komplexe gegeneinander.

Nun umfasst aber der Mechanismus des Gelenkes zwischen Unterschenkel und Fuss einen Theil der typisch windenden Bewegung, welche durch das gesammte Körperskelett hindurchgeht und für die alle seine Gelenkverbindungen eingerichtet sind. Während jedoch dieselbe in denjenigen kleineren Gelenken, in welche sich ganze Skelettabschnitte, wie Wirbelsäule, Hand, Fuss, zum Zwecke grösserer Beweglichkeit in sich selbst abgliedern, nur sehr klein und unmerklich ist, so dass erst die Summe ihrer gleichsinnigen Einzelbewegungen den charakteristischen Effekt zum deutlichen Ausdruck bringt, drängt sich im Tarsocruralgelenk ein grosser Theil der Bewegung zusammen, welche für die beiden sich durchkreuzenden Spiralzüge des Unterschenkels in Folge der theilweisen Differenzirung ihres Gewebes in die beiden langen Röhrenknochen aufgehoben ist.

Allein gerade das Fussgelenk, an das sich die Gliederung des Fusses selbst unmittelbar anschliesst, bietet gegenüber dem isolirten Kniegelenk eine besonders günstige Gelegenheit, die Fortsetzung der typischen Bewegung aus ihm heraus in die Knochen des Fuss-skelettes genau zu beobachten und dadurch den wahren Charakter derselben zu erkennen.

## § 12.

In dem Abschnitt über die Kombination der Bewegung von zwei und mehr Gelenken des Fuss-skelettes habe ich gezeigt, wie das Gewinde Tibia-Kalkaneus auf- und zuge dreht und wie der Talus in seine durch Aufdrehen geöffnete Höhle aufgenommen wird.

Die Energie nun, mit welcher dies geschieht, ist eine Funktion des Musc. tibialis posticus. Indem dieser das Kahnbein, an dessen unterer Fläche seine Sehne sich ansetzt, nach hinten zieht,



Fig. 25, presst es den Kopf des Talus zurück, welcher letzterer, der schneckenförmigen Windung der Gelenkflächen folgend, Fersenbein und Tibia wie ein Keil nach oben und unten auseinander treibt. Vergleiche die Umwandlung der Stellungen Figg. 19 und 20 in diejenigen von Fig. 18.

Für dieses vollständige Hineinwinden des Talus in seine Höhle von Seite des m. tibialis posticus ist aber, wie oben S. 35 ausgeführt wurde, erforderlich, dass die Differenz im Umfang der reinen Flexionsbewegung zwischen oberem und unterem Sprunggelenk dadurch ausgeglichen werde, dass entweder die Tibia oder der Kalkaneus, oder beide zugleich eine reine Dorsalflexion im Betrage der Differenz vollziehen. Diese Dorsalflexion kann erreicht werden durch passive Bewegung, durch Verwandlung der vorher nach vorn geneigten Fussbodenfläche während des aufrechten Stehens in eine horizontale oder nach hinten geneigte, oder auf aktive Weise durch die vereinigte Thätigkeit der Extensoren des Fusses.

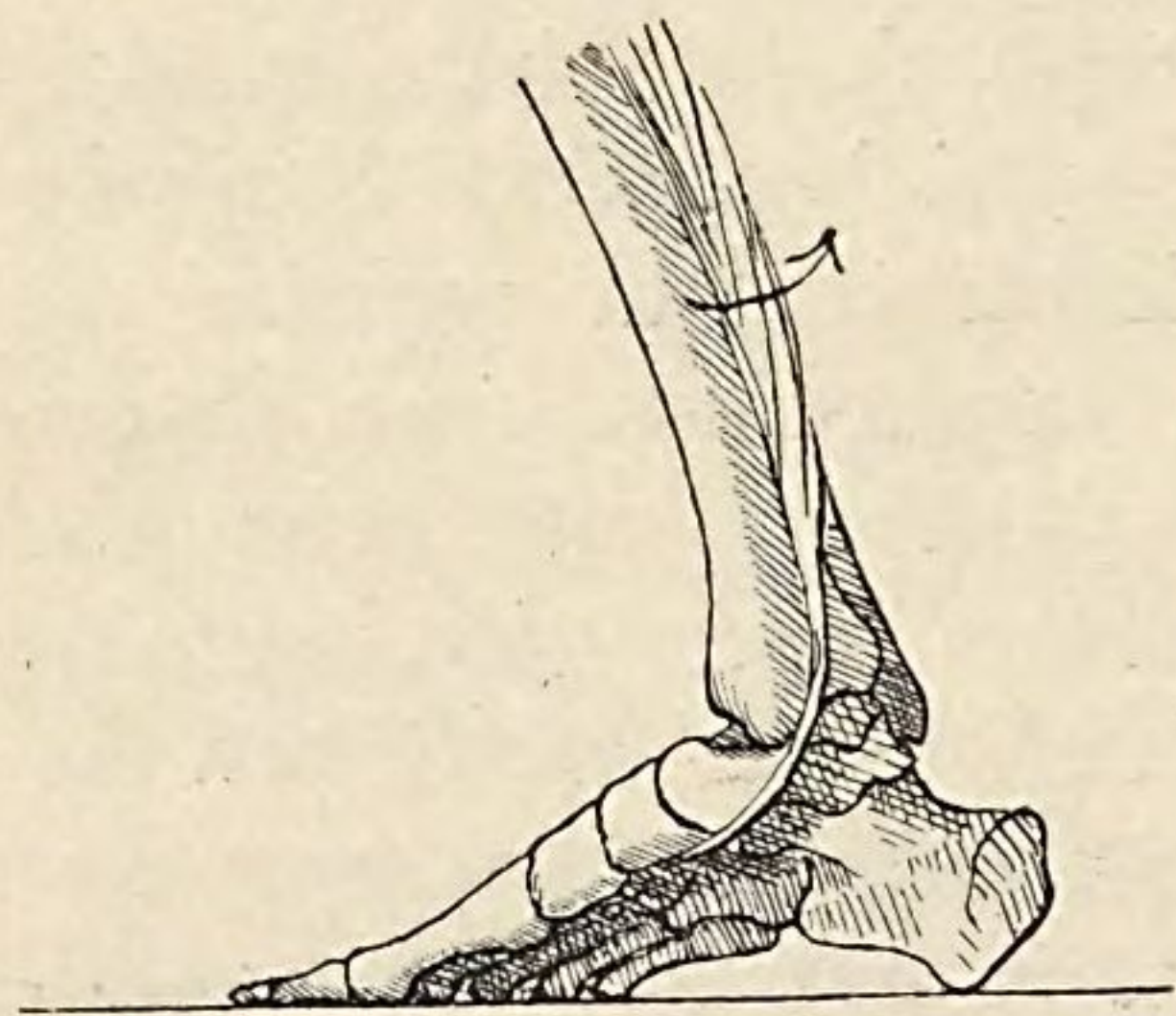


Fig. 25.

Diesen Fällen, in welchen der Talus bei Kontraktion des Tibial. post. frei beweglich in beiden Sprunggelenken die vollständige Exkursion in sämtlichen drei kombinierten Rotationen vollziehen kann, weil die hiezu nöthige Flexion zwischen Unterschenkel und Fersenbein gleichzeitig nebenhergeht, stehen die gegenüber, in welchen letzteres nicht geschieht.

Zieht man am m. tibialis post. der Leiche bei Plantarflexionsstellung des Fusses oder faradisirt man den Muskel am frisch amputirten Unterschenkel, wie Duchenne that, oder ist während der Kontraktion des Tibial. post. beim Lebenden die Gelenkstellung zwischen Talus und Unterschenkelknochen in Folge gleichzeitiger Thätigkeit der Wadenmuskeln in Plantarflexion fixirt, so bleibt die für den Ausgleich der Differenz in beiden Sprunggelenken nöthige reine Dorsalflexion aus, und eine Bewegung des Talus wird jetzt nur dadurch ermöglicht, dass der Calcaneus das Plus von Drehung um eine senkrechte und eine sagittale Achse, welches das Talokalkanealgelenk bei seinem Flexionsumfang von  $10^0$  vor dem oberen Sprunggelenk bei gleichem Flexionsbetrag voraus hat, übernimmt. Der m. tibialis post. ist vermöge der besondern Art der Insertion seiner Sehne im Stande, auch dieser Funktion zu genügen. Dieselbe schickt von ihrer Insertionsstelle am Kahnbein aus Stränge zum zweiten und dritten Keilbein und Mittelfussknochen, sowie zum Ligamentum tarsium transversum laterale zwischen dem dritten Keilbein und fünften Mittelfussknochen, und zum Ligam. tars. transv.



mediale zwischen erstem Keilbein und dritten und vierten Mittelfussknochen (Henle).

Diese Ausbreitung seiner Insertion setzt ihn in Stand, zugleich mit dem Kahnbein auch den gesamten vorn und lateralwärts von demselben befindlichen Knochenkomplex und durch Vermittlung der Bandverbindung zwischen diesem und dem Fersenbein auch letzteres in Bewegung zu setzen, wenn der Taluskopf dem durch ihn veranlassten Druck des Kahnbeins nach hinten nicht nachzugeben vermag. Indem er das Kahnbein sammt dem übrigen Fuss skelett unter Hebung seiner inneren und Senkung der äusseren Hälfte medianwärts um den Taluskopf herumführt, stellt sich der Kalkaneus in Supination und dreht seinen vorderen Fortsatz nach innen, und in dem Maasse, als er diese Bewegungen vollzieht, ermöglicht er es dem Talus, zur Dorsalflexion mit seinem Kopf aufwärts zu rotiren. Die Gelenkstellungen Fig. 31 verwandeln sich in diejenigen von Fig. 33, wo der Sinus tarsi weit geöffnet, der äussere hintere Fussrand nach aussen konvex, der innere konkav, die Fuss spitze adducirt und die Sohle medianwärts gekehrt ist. Der Fuss hat sich dabei etwas mehr der Mittelstellung zwischen Beugung und Streckung genähert, da der Talus um  $10^0$ , dem Betrage des Flexionsumfangs der Kalkaneusfläche zwischen dieser und der Tibiahohlrolle dorsalflektirt wurde.

Es erklärt sich damit die charakteristische Fussform bei Zug am m. tibial. post. der Leiche und beim Duchenne'schen Experiment. Ebenso ist leicht zu verstehen, dass dabei, wie Duchenne erwähnt, das Caput tali und der Processus ant. calc. auf der Dorsalfläche des Fusses stark vorspringen. Fig. 23 *a* und *b*.

Vergleicht man den Bewegungseffekt der Thätigkeit des m. tibialis posticus, welcher in Umwandlung der Stellung Figg. 19 und 20 in diejenige von Fig. 18 besteht, mit dem Effekt der Experimente, so leuchtet ein, dass letztere die Wirkungsweise des Muskels in keineswegs erschöpfender Weise klarlegen, ja dass gerade diejenige bei rein typischen, automatisch entstehenden Stellungen und Bewegungen unberücksichtigt bleiben. Weder beim aufrechten Stehen, noch beim Gehen, noch bei den meisten anderen Körperbewegungen kommt die Fussform und -stellung vor, welche der Muskel beim Experiment herbeiführt, und man könnte, wenn man dieses als allein massgebend betrachtet, daraus ebenso, wie aus der Annahme einer Rotationsbewegung um eine schiefe Achse, leicht den irrigen Schluss ziehen, dass der m. tibialis posticus bei den erwähnten Körperfunktionen überflüssig sei und im Ganzen überhaupt nur selten zur Verwendung komme. Und doch entwickelt er gerade beim Stehen, Gehen, Laufen, Springen u. s. w. eine sehr lebhafte Thätigkeit, besonders bei den letzteren Funktionen während der periodischen Phase des Aufstehens auf nur einem Fuss, in welcher dieser das Körpergewicht allein zu tragen hat.



Wie der hintere Fussabschnitt vom Tibialis posticus supiniert wird, so ist die Supination des Vorderfusses eine Funktion des *M. tibialis anticus*. Von der äusseren Fläche der Unterschenkelknochen zum medialen Fussrand ziehend, inseriert er seine Sehne an der Gelenkverbindung zwischen dem ersten Keilbein und ersten Mittelfussknochen. Ist der Fuss plantarflektiert und der Grosszehballen gesenkt (*m. peroneus longus*), so bewegt sich nach Duchenne bei Reizung des Muskels durch mässige Stromstärke das Capitulum Metatarsi I von unten aussen nach oben innen, um sich dann mit grosser Kraft in gerader Richtung zu erheben. *Os cuneiforme* und *Os naviculare* folgen dieser Bewegung, welche zur Verminderung der Plantarwölbung, Drehung des Fussrückens nach aussen und Varusstellung führe. Zu letzterer kommt es wohl dadurch, dass der *m. tibialis anticus* mittels des ersten Keilbeins das Kahnbein ebenso wie der *m. tibialis posticus* um den Taluskopf nach innen herumführt und damit den Sinus tarsi öffnet. Doch ist diese seine Wirkung auf das Talo-Kalkanealgelenk, wie auch Duchenne hervorhebt, weit schwächer als die des *tibialis posticus*. Seine Hauptfunktion in Beziehung auf die Gestalt des Fusses bleibt daher die Supination des Vorderfusses.

Eine weitere Funktion des *m. tibialis anticus* betrifft die Stellung des Fusses gegen den Unterschenkel oder dieses gegen jenen. Ist die aufdrehende Bewegung der medianen Knochen des vorderen Fussrandes an ihrer Grenze angelangt, so gesellt sich zur Supination noch die Dorsalflexion des Fusses mit Adduktion seiner Spitze. Duchenne erzielte diese Wirkung durch starke elektrische Reizung des Muskels. Umgekehrt wird bei fixirtem Fuss und beweglichem Unterschenkel dieser gegen jenen gebeugt unter Neigung medianwärts und Drehung um seine Längsachse nach innen. Welche Wirkung bei natürlichen Bewegungen der *m. tibialis anticus* hervorbringt, ob sie blos den vorderen Fussabschnitt oder den Fuss als Ganzes in ihr Bereich zieht, hängt jedenfalls nicht von der höheren oder geringeren Energie der Kontraktion des Muskels, sondern davon ab, ob und welche andere Muskeln gleichzeitig antagonistisch thätig sind.

*Tibialis posticus* und *anticus* drehen somit beide das Fuss skelett im Sinne der Anordnung seiner Knochen nach dem äusseren Spiralsystem von vorn her auf, jedoch jeder für sich vorwiegend nur einen bestimmten Abschnitt desselben, der erstere den hintern, der zweite mehr den vordern. Die gemeinsame Aktion beider aber dreht es vollständig auf zur Form des Neonatenfusses.

Den langen supinirenden Muskeln der medialen Seite stehen auf der lateralen die beiden pronirenden *Mm. peronei* gegenüber. Auch diese greifen den spiraligen Knochenzug an zwei verschiedenen Stellen an, der *m. peroneus brevis* den äussern von der Tuberositas



ossis metatarsi V aus, der peroneus longus den innern an seiner Insertionsstelle, der Basis des ersten Mittelfussknochens. Ist der Tibialis anticus nicht in Aktion, so pronirt der Peroneus brevis den Vorderfuss, torquirt ihn somit gegen den in Supination befindlichen hintern Fussabschnitt. Leistet ihm dieser keinen Widerstand, wie beim abstossenden Fuss, so theilt sich die Pronation des Vorderfusses auch dem Würfelbein mit, welches, lateralwärts herausrückend, seine Bewegung auch auf das Fersenbein überträgt; dessen äussere rauhe Fläche dreht sich valgusartig nach oben, sein vorderer Fortsatz wendet sich nach aussen und aufwärts und der Sinus tarsi schliesst sich — der Fuss ist im Ganzen pronirt.

Setzt sich der Tibialis anticus der Pronation des Vorderfusses entgegen, so pronirt der Peroneus brevis den V. und durch Vermittlung der Interossei auch die nächstfolgenden Mittelfussknochen, wobei sich deren vordere Enden ab- und lateralwärts wenden, während der Tibialis anticus den I. Mittelfussknochen supinirt, auf- und medianwärts dreht. Die Wölbung des äussern Fussrandes nimmt etwas zu, die des innern ab und der Vorderfuss wird flacher und breiter, wie wir es beim tastend vorschreitenden Bein sehen.

Indem der Peroneus longus seine Sehne um den äussern Fussrand herumschlingt, um sie auf der Sohlenfläche schief nach vorn innen zur Basis des I. Mittelfussknochens gelangen zu lassen, ist er im Stande, den äussern spiraligen Knochenzug in seiner ganzen Länge zu proniren und, weil die Drehbewegung von Gelenk zu Gelenk nach vorn hin zunimmt, denselben von vorn her pronatorisch zu torquieren. Die Pronation des I. Mittelfussknochens dreht dessen Köpfchen dem Gelenkmechanismus entsprechend lateral- und abwärts, die hinter ihm liegenden Knochen, das Os cuneiforme I und Os naviculare schliessen sich dieser Bewegung an und die Wölbung des inneren Fussrandes wird dadurch verstärkt. Zugleich wird aber der Metatarsus I gegen den äussern Fussrand gezogen, der innere Fussrand gleichsam etwas eingerollt und damit nimmt auch die quere Wölbung des Mittelfusses zu. Beide Wirkungen werden noch erhöht, wenn der hintere Antagonist des Peroneus longus, der Tibialis posticus, gleichzeitig funktionirt, den sinus tarsi offen hält und die Pronation des Kalkaneus verhindert. Der Gesamteffekt des Peroneus longus konzentriert sich dann auf die Torsion des vordern innern Fussabschnittes, welche bei Supination des Kalkaneus den höchsten Grad erreicht (Aufstehen des tragenden Fusses beim Gehen).

Kommt dagegen sein vorderer Antagonist, der Tibialis anticus gleichzeitig zur Aktion und wird dessen supinirender Effekt durch den Gegendruck des Bodens unterstützt, wie beim Wälzen der Sohle auf den Grosszehenballen unmittelbar bevor die Fussspitze beim Gehen den Boden verlässt, so führt die jetzt auf den hintern



Fussabschnitt konzentrierte Pronation von Seite des Peroneus longus zur physiologischen Detorsion des hintern Endes des äussern spiraligen Knochenzuges, indem das os cuboideum und mit ihm der Kalkaneus durch die Schlinge der Sehne gehoben und der Sinus tarsi geschlossen wird. Duchenne hat die stark pronirende und Grosszehenballen senkende Wirkung des Peroneus long. durch Faradisirung desselben gezeigt. Die Senkung des Metatarsalvorsprungs erklärt er als das Ergebniss von 3 Einzelbewegungen, und zwar einer Senkung des Metatarsus I gegen das os cuneiforme um 0,5 cm, des letzteren gegen das Kahnbein um 1,0 cm und einer geringen Senkung dieses gegen den Taluskopf. Ausser der Bewegung der Knochen des inneren Fussrandes in vertikaler Richtung machte er aber auch auf diejenige von innen nach aussen mit Verkleinerung des Querdurchmessers, sowie auf den torquirenden Effekt des Muskels aufmerksam, welcher in der schiefen Richtung der während seiner Kontraktion sich bildenden Fusssohlenfalten seinen Ausdruck finde.

Wie die schiefe Astragalusachse die richtige Beurtheilung der Funktion des Tibialis posticus ausschloss, so verhinderte sie auch diejenige des Triceps surae. Weil dessen Zugsrichtung die Achse schneide, so soll er keinen Einfluss auf die Bewegung zwischen Talus und Kalkaneus haben. Wir haben jedoch bei Untersuchung des Mechanismus des Tarsocruralgelenkes gesehen, dass bei reiner Plantarflexion des Kalkaneus gegen die Unterschenkelknochen oder umgekehrt der bewegliche Talus unter dreifacher Drehung aus seiner Höhle nach vorn herausgewunden wird, wobei er sich nicht nur im obern, sondern auch im untern Sprunggelenk bewegt und hier auf der Kalkaneusfläche bis zum Schluss des Sinus tarsi abwärts gleiten kann.

Ist diese reine Plantarflexion, welche bei freier Talusbewegung eine Funktion des Triceps surae ist, im oberen Gelenk an ihrer Grenze angelangt, so macht sich die Wirkung des Muskelzuges am hintern Fortsatz des Kalkaneus auf das untere Gelenk allein geltend, die Plantarflexion wird fortgesetzt, aber nicht mehr rein, sondern mit Supination des Kalkaneus und Medianwärtsdrehung seines Processus anterior, da diese Nebenbewegungen vom obern Gelenk aus jetzt nicht mehr durch ebensolche in entgegengesetzter Richtung kompensirt werden. Mit der vollständigen Wiederöffnung des Sinus tarsi findet dann die so kombinierte Plantarflexion ihren Abschluss und Plantarflexion, Supination und Adduktion des Fusses haben im Tarsocruralgelenk ihr physiologisches Maximum erreicht.

Die Beschränkung der Wirkung des Triceps surae auf das Talokalkanealgelenk kann aber in jeder Phase der reinen Plantarflexion oder schon gleich von vornherein zu Stande kommen, wenn die Talusbewegung im obern Gelenk durch gleichzeitige Aktion



der Streckmuskeln sistirt wird. Dies ist periodisch der Fall beim durchschwingenden und eben auftretenden Bein, wo die vorher stark gedehnten dorsalen Muskeln sich wieder kontrahiren. Die über die Kniekehle zum innern Condylus des Femur hinaufreichende Ursprungsportion des Gastrocnemius internus wird durch die Kniestreckung beim Vorschwingen gedehnt und es ist desshalb die innere Portion der Wadenmuskeln in dieser Phase der Gehbewegung (Gangart I meiner oben citirten Abhandlung) allein in Aktion, wie beim nackten vorschreitenden Bein sichtbar ist. Dieselbe übt aber ausser dem Zug am Fersenbein nach oben auch noch eine andere Wirkung auf dieses aus, welche dessen Bewegung zur Oeffnung des Sinus tarsi unterstützt. Betrachtet man Fig. 26a den Gastrocnemius internus sammt den vom Fersenbein nach dem äussern Fussrand ziehenden Sohlenmuskeln gleicher Windungsrichtung als gemeinsamen Muskeltrakt, in welchen das Fersenbein eingeschaltet ist, und dessen Detorsion während seiner Kontraktion letzteres folgen muss, so ist aus der Richtung des Pfeils *a* ersichtlich, dass es medianwärts verschoben wird. Diese Verschiebung medianwärts ist aber ein integrierender Bestandtheil der Bewegung des Kalkaneus am Talus zur Oeffnung des Sinus tarsi, welche damit als spezielle Funktion der innern Portion des Muskels aufzufassen ist. Sie unterstützt somit besonders beim freischwebenden Fuss die supinirende Wirkung der Tibiales.

Umgekehrt hat der die äussere Portion sammt den ihr gleich gewundenen Sohlenmuskeln des innern Fussrandes Fig. 26b umfassende Muskeltrakt eine Verschiebung des Kalkaneus lateralwärts im Gefolge, wenn er sich von obenher ziehend während seiner Kontraktion aufdreht. Die Verschiebung lateralwärts aber ist ein Attribut der Schliessungsbewegung des Sinus tarsi und diese ist somit eine spezielle Funktion der äussern Portion des Triceps surae. In der That ist auch diese während der Hebung des Fusses vom Boden beim Abstossen des hintern Beins, wobei der Sinus tarsi verkleinert wird, allein in Aktion. Sie ist durch die starke Einwärtsrotation des Unterschenkels beim Abstossen auf diesen aufgewickelt und gedehnt, während die innere Portion sich dabei abwickelt, entspannt und daher ausser Funktion bleibt. Wie aber diese letztere der Extensoren und des Tibialis anticus als Hilfsmuskeln für die Oeffnung des Sinus tarsi bedarf, so hat die äussere Portion zur Schliessung

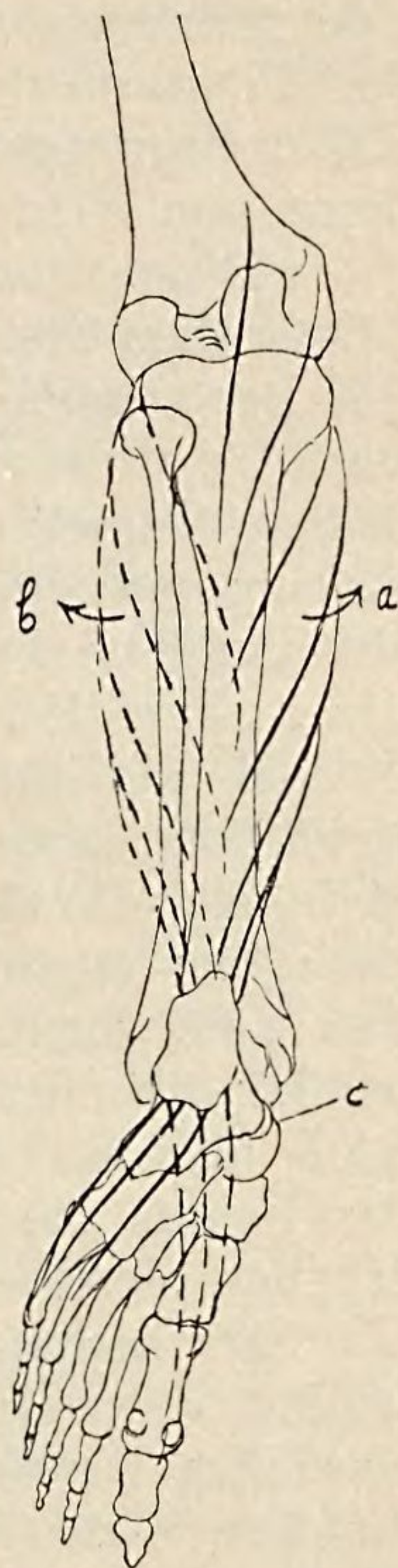


Fig. 26.



desselben die gleichzeitige Aktion der Peronei nöthig, insofern diese die ausschliessliche Verlegung des Effektes der Wadenmuskeln auf das Talokalkanealgelenk während der Ueberwindung der Körperschwere verhindern. Die rein plantarflektirende Wirkung des Triceps surae kann ferner modifizirt werden durch Feststellung der Gelenkverbindung zwischen Talus und Kalkaneus. Diese kann bei geschlossenem Sinus tarsi durch die Peronei, bei offenem durch den Tibialis posticus, bei einer Mittelstellung zwischen beiden durch eine gemeinsame Aktion der beiden Muskeln erzielt werden. Mit der Plantarflexion mischen sich dann die dem Mechanismus des obern Sprunggelenks zukommende Supination und Adduktion, da diese nun wieder im untern Gelenk nicht mehr kompensirt werden.

Diese durch die Muskel- und Gelenkmechanik begründeten Thatsachen finden in den Duchenne'schen Experimenten einerseits ihre Bestätigung, andererseits ergänzen sie diese letzteren. Ob man, sagt Duchenne, die drei Muskelbäuche des Triceps surae, die beiden Gemelli und den Soleus, gleichzeitig faradisirt oder die Reizung auf jeden einzelnen lokalisirt, so wirkt der Triceps surae auf den Fuss in folgender Weise: 1. der hintere Fussabschnitt und der äussere Rand seines vordern Abschnittes strecken sich kräftig, 2. auch die innere Hälfte des vordern Fussbezirks folgt der Streckbewegung, aber so schwach, dass der erste Metatarsusknochen dem geringsten Widerstand, der gegen die Streckung ausgeübt wird, nachgibt; 3. der Fuss rotirt um die Unterschenkelachse, so dass sich sein vorderes Ende nach innen und die Ferse nach aussen begibt; gleichzeitig kehrt sich seine Rückenfläche um, so dass sie nach aussen sieht; 4. die Zehen nehmen während der Streckung des Fusses die Form einer Klaue an, d. h. ihre ersten Phalangen erheben sich, während sich ihre letzten Phalangen beugen.

Da nicht nur bei Reizung der innern, sondern auch der äussern Hälfte des Triceps surae Adduktion und Supination eintraten, so war dies Duchenne ein Beweis für das Bestehen dieser Nebenfunktionen der Wadenmuskeln. Weil dieselben aber nicht aus der Richtung der Muskeln zu erklären waren, so verlegte er den Grund dafür in die anatomische Beschaffenheit des Talokalkanealgelenks. Wir würden jetzt wohl sagen müssen — des Tarsocruralgelenks. Offenbar prävalirt die Zwangsläufigkeit des Gelenkmechanismus über die neben der vertikalen Zugkraft noch bestehende lateral- oder medianwärts rotirende Kraft der beiden Hälften des Triceps surae, und es hängt die Art der Bewegung des Fusses, gleichviel ob der ganze Muskel oder bloss dessen äussere oder innere Portion sich zusammenzieht, nur davon ab, ob der Muskelzug aufhört oder noch fort dauert, nachdem die Plantarflexion, bei welcher der Talus als frei beweglicher Zwischenkörper in der auf Seite 35 geschilderten Weise aus seiner Höhle herausgewunden wird, an ihrer Grenze



angekommen oder sonst eine Hemmung gefunden hat. Ist dies der Fall und dauert die Reizung fort, so lang der Talus gegen den Unterschenkel fixirt ist, so geschieht die Bewegung nur noch im Talotarsalgelenk — am fixirten Talus gleiten Kalkaneus und Os naviculare mit dem übrigen Fuss; der Processus posterior calcanei folgt dem Zug nach oben und unter Supination des letztern und Medianwärtsdrehung des Processus anterior öffnet sich der Sinus tarsi. Die Bewegungen des Kalkaneus, welche anfangs denen des Talus entgegengesetzt waren, so dass sie sich in Bezug auf die Nebenrotationen kompensirten, werden mit Eintritt der Hemmung gleichsinnig mit den vorhergegangenen des Talus und der Effekt der Nebenrotationen summirt sich bei beiden zu stark ausgesprochener Adduktion und Supination des Fusses.

Eine solche Hemmung fand nun bei den Versuchen Duchenne's mit elektrischer Reizung des Triceps surae statt. Dies geht aus der starken Spannung der Extensoren hervor, in Folge der, wie Duchenne zugibt, sich die ersten Phalangen der Zehen erheben, sowie auch aus der des Tibialis anticus, die ohne Zweifel daran Schuld war, dass die innere Hälfte des vordern Fussbezirks der Streckbewegung nur so schwach folgte, dass der Metatarsus I dem kleinsten Widerstand gegen die Streckung nachgab.

Wird durch gleichzeitige Kontraktion des Peroneus longus die Oeffnung des Sinus tarsi verhindert, so kann auch keine Bewegung des Calcaneus mehr gegen den fixirten Talus erfolgen und es bleibt der Fuss in reiner Plantarflexionsstellung ohne Supination und Adduktion, wie er sie dem früher beschriebenen Mechanismus entsprechend erlangt hat. Auch hiemit stimmt das von Duchenne durch gleichzeitige Faradisirung des Triceps surae und des Peroneus longus erhaltene Ergebniss überein.

Als Fortsetzung des Triceps surae über den Kalkaneus hinaus auf die Sohlenfläche des Fuss skelettes können die kurzen Muskeln der Fusssohle betrachtet werden. Als Zwischenglieder fungiren bei den tiefsten Schichten der Kalkaneus und das Ligamentum calcaneo-cuboideum plantare, bei den oberflächlichen der Kalkaneus allein.

Wenn die Sohlenmuskeln, durch Belastung des Fussgewölbes gedehnt, sich kontrahieren, so ziehen sie ebenso das Fersenbein nach vorn, resp. verhindern es am Zurückweichen, wie sie durch Zug am vordern Ende das Ausweichen dieses nach vorn verhüten. Letzteres geschieht in vorwiegender Weise im Beginn des Auftretens auf die ganze Sohle, beim vollen Aufstehen macht sich der Zug nach beiden Enden hin gleich geltend, während mit dem Vorrücken der Schwerlinie zum Grosszehenballen die jetzt mehr nach vorn gehende Zugrichtung das Fersenbein trifft. Selbstverständlich werden auch die durch den Zug der kurzen Sohlenmuskeln ausgelösten



Bewegungen der Fusswurzel- und Mittelfussknochen durch die Zwangsläufigkeit der Gelenkflächen beherrscht. Das Vorrücken des Kalkaneus geschieht deshalb unter kombinirter Supination mit Oeffnung des Sinus tarsi. Auch die Bewegung der Mittelfussknochen durch die Sohlenmuskeln entspricht dem Mechanismus ihrer Gelenkverbindungen mit den Ossa cuneiformia, resp. Os cuboideum. Sämmtliche Mittelfussknochen werden durch Pronation zugleich plantarflektirt und abduzirt. Die Exkursionen dieser kombinirten Rotationen sind in der Gelenkverbindung des Os metatarsi I mit dem os cuneiforme I am bedeutendsten, nehmen in denjenigen des zweiten und dritten Mittelfussknochens mit ihren Keilbeinen rasch ab, um zwischen vierten und fünften Mittelfussknochen und Würfelbein wieder etwas zuzunehmen. Allein es summiren sich mit den Bewegungen der Mittelfussknochen an den Keilbeinen die gleichsinnigen, welche diese an dem Os naviculare ausführen, so dass sich die Abnahme des Bewegungseffektes vom zweiten bis zum fünften Mittelfussknochen doch allmählig vollzieht. In Folge der vom äussern gegen den innern Fussrand wachsenden Neigung und Abduktion der Metatarsusknochen rücken diese von innen her etwas näher zusammen und vermehren ebenso ihre nach unten konkave quere wie die Längswölbung des Fusses. Fig. 27 zeigt ausserdem, wie die kombinierte Pronation jedes einzelnen Knochens zur Pronation des ganzen Metatarsus führt.

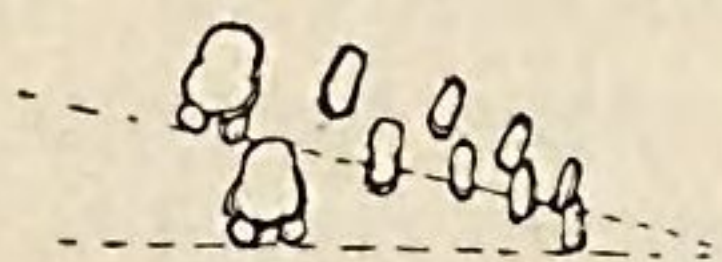


Fig. 27.

Umgekehrt erfolgt durch Supination der Mittelfussknochen, bei welcher sich ihre Köpfchen erheben und medianwärts wenden, eine Abnahme der queren und Längswölbung unter Verbreiterung und Supinationsstellung des Vorderfusses.

Ausschlaggebend für die Formveränderung ist immer die Bewegung des innern Randes, da die des äussern weit hinter ihr zurückbleibt. Es sind deshalb auch die entgegengesetzten Bewegungszustände am äussern Rand, wie dessen Supination bei Pronation des innern oder umgekehrt, nicht im Stand, den Effekt viel anders zu gestalten, als ihn die gleichen hervorbringen. Ein merklicher Unterschied besteht nur in der etwas stärkeren Wölbung des äussern Randes bei Pronation als bei Supination desselben.

Biegt man ein Kartenblatt in ähnlicher Weise der Quere nach, wie es beim Metatarsus der Fall ist, bei welchem die grösste Höhe der Wölbung nahe dem innern Fussrand über dem Os metat. II liegt, von wo sie gegen diesen steil, gegen den äussern Fussrand allmählig abfällt, so sieht man, dass beim horizontalen Aufliegen nur die Ecken des vorderen Randes die Unterlage berühren. Der ganze übrige vordere Rand würde, wenn man ihn noch soweit verlängerte, jene niemals erreichen. Zu diesem Zwecke müsste man die quere Wölbung vollständig abflachen, mithin dasselbe thun,



was auch bei der Plattfussbildung geschieht, bei der die quere Wölbung in demselben Maasse, wie die Längswölbung abnimmt und mit dem Niederlegen dieser ganz verschwindet. Richtet man jedoch das gewölbte Kartenblatt hinten auf, so dass es etwa die Neigung der Mittelfussknochen gegen den Boden hat, so schneidet die Verlängerung seines vordern Randes den Boden in einer krummen Linie, welche mit derjenigen, in welcher die Mittelfussköpfchen neben einander liegen, zu vergleichen ist. Wird der vordere Rand des Blattes der krummen Linie nachgeschnitten, so berührt er seiner ganzen Länge nach die Unterlage. Wird nun das Blatt hinten noch mehr aufgerichtet, wie etwa beim Zehenstand, so wird es nur mit dem mittleren Theil des vorderen Randes aufstehen und umgekehrt wieder nur mit den seitlichen Theilen, wenn es mehr der horizontalen Lage genähert wird. Die vollständige Berührung des Randes mit dem Boden kann aber im ersten Fall durch entsprechende Vermehrung der queren Krümmung, im zweiten durch Abflachung derselben wieder hergestellt werden.

Dies Verhalten illustriert dasjenige beim Metatarsus. Die Form der krummen Linie der Mittelfussköpfchenreihe, der Grad der queren Wölbung derselben und endlich derjenige der Längswölbung des Fusses, resp. der Steilheit der Mittelfussknochen, müssen bei jedem Fuss in bestimmten gegenseitigen Beziehungen stehen, wenn beim Stehen der Vorderfuss auf sämtlichen Metatarsusköpfchen aufruhen soll. Bei Erhebung des Fusses auf die Zehen nimmt die quere Krümmung zu, bei Senkung des hintern Fussabschnittes bis auf oder unter die Horizontale wird sie abgeflacht.

Der vordere Fussabschnitt besitzt einen hohen Grad von Beweglichkeit und die zahlreichen Muskeln besorgen in prompter Weise die für die Anpassung an die verschiedenen Grade der Neigung des Metatarsus erforderliche Aenderung der queren Krümmung, so dass das Aufstehen auf sämtlichen Mittelfussköpfchen sowohl beim Zehenstand und bei gesenkter Ferse als beim horizontalen Aufstehen gesichert ist. Günstig für diese Regulirung ist die Einrichtung, dass das vordere Ende des Metatarsus durch die Sohlenmuskeln nach einer ziemlich weit vorn in der Gegend des III. Keilbeins oder Würfelbeins gelegenen Stelle wie gegen ein gemeinsames Centrum hingezogen wird, sei es, dass die Muskeln erst hier vom Ligamentum calcaneo-cuboideum plantare entspringen, wie der schräge Kopf des Adductor hallucis, der Opponens und Flexor brevis digit. V und theilweise die Interossei — oder dass die Theilungsstelle der Hauptsehne des Flexor digitorum pedis communis longus in seine Endsehnen sammt ihrer Verbindung mit der Sehne des Flexor hallucis longus obiger Gegend entspricht und durch den kurzen Kopf, die caro quadrata, lateralwärts von der Mittellinie erhalten wird — oder endlich dass die vom Fersenbein kommenden



miteinander verwachsenen Ursprungsköpfe sich erst hier in die für die einzelnen Zehen bestimmten Portionen auflösen, wie beim *Flexor digitorum pedis brevis*.

In Folge der hiedurch erzielten stärkeren Divergenz der Muskeln und ihrer Endsehnen besitzt die Zugkraft derselben neben einer Komponente für die Krümmung der Längswölbung auch eine solche für die quere Wölbung. Ausschliesslich im Sinne der Vermehrung dieser letzteren wirkt ferner der quere Kopf des *Adductor hallucis*.

Bei Plantarflexion des Fussgelenks, also auch beim aktiven Zehenstand erhält die tiefste Schichte ihre Spannungserhöhung zum Zweck stärkerer Längs- und Querwölbung der Sohle von den in Aktion befindlichen Wadenmuskeln durch Vermittlung des *Kalkaneus* und des *Ligam calc.-cuboid. plantare*, die oberflächliche durch Vermittlung des *Kalkaneus* allein, während die langen Muskeln, der *Flexor digitorum pedis longus* und *Flexor hallucis longus* wie der *Peroneus longus*, unter der durch Uebung erworbenen Herrschaft des Willens stehend, von diesem direkt zur Kontraktion veranlasst werden.

Auch die Muskeln des Fussrückens sind so angeordnet, dass sie auf die quere Wölbung des Vorderfusses Einfluss nehmen können. Der mediale Theil des *Extensor digitorum pedis brevis* läuft von der hinteren äussern Fläche des Fusses nach vorn zu den Zehen des innern Fussabschnittes, der laterale Theil des *Extensor digitorum pedis longus*, sich mit dem erstern kreuzend, von der Höhe des Fussrückens nach vorn aussen zu den Zehen des äussern Fussabschnittes. Die gleichzeitige Aktion beider Muskeln hebt die vordern Enden der Fussränder unter Abflachung der queren Wölbung, worin sie vom *Tibialis anticus* und *Peroneus tertius* wirksam unterstützt werden können.

Wie beim Oeffnen und Schliessen der Hand die Mittelhandknochen, so können also auch die Mittelfussknochen ihre quere Wölbung vermehren und vermindern und demgemäss ihre Stellungen gegeneinander ändern.

Beim Stehen vermehrt das Körpergewicht durch Dehnung die Spannung der Sohlenmuskeln in dem für den Zusammenhalt des Gewölbebaues erforderlichen Grade. In Folge der im Mechanismus der Gelenke begründeten Unzertrennlichkeit der drei Rotationen um die Raumachsen sind die Sohlenmuskeln in dreifacher Weise im Stande, ein Ausweichen der vordern Gewölbestützen nach vorn zu verhüten. Sie können dies einmal durch direkten Zug nach hinten erreichen, dann durch Verhinderung der Abduktion und Adduktion der Metatarsusknochen und ferner durch seitliche Aequilibrirung derselben in der ihnen zukommenden Gleichgewichtsstellung. Es kommt desshalb die gesammte Masse der kurzen und langen Muskeln in ihrer Wirkung zur Erhaltung der Fussform zur Geltung und das Maass der beim Stehen für die Aequilibrirung aufzuwenden-



den tonischen Spannung der Körpermuskulatur genügt beim Fuss auch für die Erhaltung des Gewölbebaues. Dass die Summe tonischer Kraft sämtlicher Fusssohlenmuskeln dem Körpergewicht angepasst ist, geht daraus hervor, dass sie nicht mehr hinreichend ist, diesem Zwecke zu genügen, wenn letzteres in abnormer Weise zunimmt, während die Muskelkraft gleichbleibt oder vermindert wird; und dass ebenso eine Insuffizienz dem Körpergewicht gegenüber vorhanden ist, wenn für gewöhnlich nur ein Theil der Gesamtkraft zur Verwendung kommt, wie bei langem und häufigem Stehen auf dem äussern oder innern Fussrand allein. In beiden Fällen tritt allmähliche Abflachung der Wölbung ein. Es ist daher für die Integrität des Fussbaues von besonderer Wichtigkeit, dass beim Stehen der ganze zum Tragen bestimmte Apparat gleichmässig zur Verwendung komme, dass die Kontinuität der Muskelfunktionen, wie sie durch Aneinanderreihung der Fasern in Quer- und Längsrichtung gegeben ist, nicht unterbrochen werde, und dass somit das Aufstehen auf sämtlichen Metatarsusköpfchen zugleich geschehe.

### § 13.

Diese an sich selbstverständlich erscheinende Auffassung wird durch neuere Untersuchungen von F. Beely und H. v. Meyer in Frage gestellt. Angeregt durch die Wahrnehmung, dass er seine Stiefelsohlen an der Stelle abnützte, über welcher die Köpfchen des II. und III. Mittelfussknochens liegen, besichtigte Beely<sup>1)</sup> verschiedene andere Sohlen und fand, dass die Schuster dieselben nicht nur von hinten nach vorn, sondern auch von einer Seite zur andern nach unten konvex gestalten, so dass nur ein kleiner umschriebener, der Abnutzung entsprechender mittlerer Theil derselben beim Stehen mit dem Boden in Berührung komme. Da ihm von Schustern versichert wurde, dass die Abnutzung der Sohle an der bezeichneten Stelle auf ein richtiges Gehen hinweise und dass der Kunde Schwielen bekomme, wenn man ihm die Sohle nicht auch in querrer Richtung nach unten wölbe, so kam Beely auf den Gedanken, dass es der mittlere Theil des Fussgerüsts sein müsse, der beim Stehen am meisten belastet werde.

Um sich davon zu überzeugen, verschaffte er sich Abdrücke der Sohlen seiner eigenen, anscheinend normal gebauten Füsse, indem er bald beide, bald nur einen, bald nur einen Theil desselben in einen mit fester Leinwand umhüllten Gyps- oder Tripolithbrei von Rahmkonsistenz stellte. Die nach dessen Erhärten zu Tage tretende Form der Reihe der Mittelfussköpfchen war in der That nach unten konvex, so dass nur das II. und III. Köpfchen den vordern Stützpunkt für das Gewölbe bilden konnte.

---

1) F. Beely, Zur Mechanik des Stehens. Ueber die Bedeutung des Fussgewölbes beim Stehen. v. Langenbeck's Arch. f. Chirurgie, 1882, 27. Bd. II. Heft.



Bei einem Vergleich mit den Statuen der Berliner k. Museen und Nationalgalerie fand er jedoch nur die Fusssohlen kleiner Kinder mit seiner Theorie in Uebereinstimmung.

Um nun den Gegensatz, in welchem er sich zur Auffassung der Künstler befand, auszugleichen, untersuchte er die Form der Fusssohle im belasteten und unbelasteten Zustand und konstatirte, dass bei Belastung die konvexe Form zunahm, während sie bei plantarflektirtem unbelasteten Fuss verschwand. Von diesem letztern also sollten nach Beely's Ansicht die Künstler die Sohlenform für die Füße ihrer Statuen gewonnen haben.

Beim Stehen auf einem Fuss fand Beely, dass der Höcker des V. Mittelfussknochens einen weitem Stützpunkt bilde, so dass die Unterstützungsfläche in diesem Fall ein Dreieck sei, gebildet vom Höcker des Fersenbeins, demjenigen des V. und den Köpfchen des II. und III. Mittelfussknochens. Beely glaubte nun, experimentell erwiesen zu haben, dass das Körpergewicht beim Stehen von dem mittleren Theil des Fussgewölbes — *calcaneus, capitula oss. metat. II et III* — vorzugsweise getragen werde und dass die seitlichen Theile dasselbe nur über dem mittleren zu äquilibriren hätten. Die von ihm selbst aufgeworfene Frage, ob sich seine Theorie auch vom teleologischen Gesichtspunkt aus rechtfertigen lasse, beantwortet er in bejahendem Sinn.

Beely hat jedoch übersehen, dass er seine Untersuchungen nicht an normalen Füßen, sondern an solchen angestellt hat, welche durch Stiefel deformirt waren.

Die Abwicklung des Fusses vom Boden erfolgt nicht nur von hinten nach vorn, sondern ebenso je nach der Gangart vom äussern Fussrand gegen den innern oder umgekehrt. Eine ursprünglich ganz flache Stiefelsohle wird sich mithin der Länge wie der Quere nach abbiegen und wegen ihrer geringen Elastizität sehr bald beide Krümmungen auf die Dauer annehmen und zwar desto mehr, je widerstandsfähiger, je dicker sie ist. Theils um den Kunden die unangenehme, mitunter zu Schwielen führende Arbeit der Formirung der Sohle zu ersparen, theils um die für seine Reputation missliche Faltenbildung des Oberleders zu verhüten, lässt der Schuster dem vorderen Theil des Leistens eine Abwicklungsform geben, lässt ihn von vorn nach hinten und von einer Seite zur andern nach unten konvex wölben und passt Sohle und Oberleder dieser Form an. Da er die Vordersohle überall gleich dick macht, so ist ihre obere Fläche, auf die der Fuss zu stehen kommt, der Länge und der Quere nach konkav und der Fuss, der nun auf solche Unterlage gestellt alle seine Funktionen zu vollziehen hat, passt sich derselben um so leichter an, als ihm diese Aufgabe schon in der frühesten Kindheit gestellt wird, wo seine Elastizität und Beweglichkeit noch eine sehr grosse ist. Weil es ihm nicht genügt, im Sinne der



Auffassung früherer Autoren (Hirtl, Henle u. A.) sich nur auf das I. und V. Mittelfussköpfchen zu stützen, weil er die Last auf alle fünf Köpfchen übertragen wollte, bog er ihre Reihe in konvexer Linie nach unten aus, damit sie im Stiefel sämtlich zum Aufstehen gelangen. Und weil er die Zehen auf der nach oben aufgebogenen Spitze der Sohle nicht mehr gerade ausstrecken konnte, damit sie die Kontaktfläche des Vorderfusses mit dem Boden und damit die Reibung vermehren, wie es beim Aufstehen auf einer flachen Unterlage geschieht, so beugte er sie krallenförmig ab, die erste Phalanx dorsal-, die letzten zwei plantarwärts, wodurch die Zehenspitze fest auf die Sohle angepresst wird. Wie aber die Zehen diese Form beibehalten, wenn sie vorübergehend einmal ohne Fussbekleidung auf horizontalem Fussboden aufruhen, so verändert auch die Mittelfussköpfchenreihe ihre nach unten konvexe Gestalt nicht. Denn die Muskeln und Bänder, welche sie mit in die ihnen aufgezwungene Stellung hineinleiten halfen, mussten sich in ihren Längenverhältnissen derselben mit der Zeit ebenfalls adaptiren und halten sie auch unter vorübergehend veränderten statischen Verhältnissen als mittlere Ruhestellung fest.

Wenn Jemand mit solcherweise deformirten nackten Füßen auf einer ebenen horizontalen Fläche steht, so werden nur die mittleren Köpfchen, also das II. und dritte, als die untersten zum Aufstützen kommen, und so war es auch bei Beely; und dass ihm sein persönliches Gefühl denselben Eindruck machte, beweist nur, dass sein vorderer Fussabschnitt an die bessere Druckverteilung gewohnt war, wie sie bei der nun einmal erworbenen Difformität im Stiefel stattfindet. Die Belastung wird denn auch nur den mittleren Theil des Gewölbes treffen, nur die mittleren Sohlenmuskeln dehnen und zur Kontraktion veranlassen, und dadurch werden das II. und III. Metatarsusköpfchen noch tiefer herabtreten, die Köpfchenreihe sich noch mehr nach unten vorwölben. Doch kann der Betrag dieser Krümmungszunahme in Folge der Spannungserhöhung der betreffenden Muskeln nur sehr gering sein und im Gypsabdruck wohl kaum zur deutlichen Wahrnehmung gelangen, wie auch *a* und *c* von Beely's kombinirter Figur 3 und 5 zeigen, indess der auffallende Unterschied der beiden Linien in *b* offenbar durch willkürliche Muskelaktion auf die Ränder des unbelasteten Fusses veranlasst sind.

Beim Stehen auf nur einem Fuss tritt in Folge der mit der grösseren Belastung zunehmenden Muskelspannung die Difformität noch mehr hervor. Zur Herstellung einer genügend grossen und gegen das Umfallen sichernden Unterstützung in mindestens drei Punkten muss sich die so deformirte Sohle entweder nach innen auf die Sesambeine des Metatarsus I oder wie bei Beely nach aussen auf das Köpfchen oder die Tuberosität des Metatarsus V umlegen.



Was den teleologischen Gesichtspunkt betrifft, so kommt die Vertheilung der Last auf den ganzen zur Verfügung stehenden Stützapparat der Mittelfusssknochen der Erhaltung seiner Form und Leistungsfähigkeit, sowie der Ausdauer während seiner Thätigkeit mehr zu statten, als eine bloß theilweise Inanspruchnahme desselben. Auch ist nicht einzusehen, warum gerade der erste, weitaus stärkste Mittelfusssknochen, der an Kraft und Widerstandsfähigkeit allen übrigen ziemlich gleichkommen dürfte, beim Stehen weder auf zwei noch auf einem Fuss allein gar nie in Rechnung kommen sollte.

Es ist ferner der Spielraum, den die ganze im Bau der Fusssohle vorgesehene Unterstützungsfläche der Schwerlinie bietet, für die Funktionen des Fusses nicht hoch genug anzuschlagen. Derselbe ist den mässigen Verschiebungen des Körperschwerpunktes bei den beständigen innern und äussern Bewegungen, des Kopfes, Rumpfes, der obern Extremitäten während des Stehens angepasst. Er existirt jedoch nur dann, wenn sämtliche Sohlenmuskeln denselben Spannungszustand während des Stehens besitzen, wenn der Körperlast in allen Theilen derselbe Widerstand entgegengesetzt und der Betrag einer partiellen Mehrbelastung bei Verschiebung der Schwerlinie sofort mit einem entsprechenden höheren Betrag von Spannungszunahme in den betreffenden Muskeln beantwortet wird. Die Gleichheit des Spannungszustandes sämtlicher Sohlenmuskeln, welche einen gleichmässigen ununterbrochenen Ablauf von Thätigkeiten bedingt, setzt mithin die gleichförmige Uebertragung des Druckes auf alle fünf Metatarsusköpfchen voraus. Diese ist beim Aufstehen im Sinne Beely's nicht vorhanden. Die zum Umfallen führende Bewegung, welche den seitlichen Sohlenmuskeln durch Dehnung die nöthige Spannkraft ertheilen würde, müsste so stark sein, dass sie durch diese nicht mehr aufgehalten werden könnte; die Muskeln könnten also bei seitlicher Verschiebung der Schwerlinie im Umfang der Fussballenbreite das Umfallen des Körpers nicht verhüten.

Wenn ich nach all' dem der Beely'schen Theorie mich in Beziehung auf den normalen Fuss nicht anschliessen kann, so sprechen auch die Ergebnisse meiner Untersuchungen beim Lebenden, wie an den Statuen der hiesigen k. Glyptothek und anderer Sammlungen von Bildwerken nicht zu Gunsten derselben.

Selbstverständlich kann der Bildhauer die Sohlenfläche nur im unbelasteten Zustand darstellen; in Beziehung auf die Fussstellung aber ist er nicht an die Plantarflexion gebunden. Weder bei dieser, noch bei rechtwinkliger oder einer andern Stellung dem Unterschenkel gegenüber habe ich die nach unten konvexe Wölbung des Fussballens gefunden, auch bei Kindern nicht. Dieser verlief vielmehr gerade oder in wellenförmiger Linie von einer Seite zur



andern, meist mit zwei durch eine flache Furche von einander getrennten schwachen Wölbungen, einer äussern und einer innern.

Wenn aber auch die belastete Sohlenfläche vom Künstler nicht dem Auge sichtbar gemacht werden kann, so besitzt er doch Mittel, um die Vertheilung der Belastung auf den stehenden Fuss zum Ausdruck zu bringen. Bei normalem Aufstehen auf sämtlichen Mittelfussköpfchen ist das äussere Fussgewölbe durch Muskelthätigkeit stärker gespannt als beim unbelasteten Fuss im Ruhezustand, die Mittelfussknochen der kleinen Zehen sind etwas steiler gestellt und die Zehen selbst werden in ihrer ganzen Länge, besonders aber an ihrer Verbindung mit den Köpfchen der Mittelfussknochen fest auf den Boden gepresst. In Folge dessen entsteht an der Uebergangsstelle vom vordern untern äussern Theil des Fussrückens in das Kleinzehengebiet eine leichte Vertiefung der Furche, durch die sich die beiden Gebiete von einander absetzen. Wird das Körpergewicht dagegen mehr vom innern Fussrand getragen und damit der äussere entlastet, so hebt sich das Köpfchen des V. Mittelfussknochens wieder etwas höher, ihr folgt das hintere Ende der kleinen Zehe und die Furche hinter demselben wird flacher, so dass die Fussrückengegend mit sanfter Biegung in diejenige der Zehe übergeht und diese nur lose aufliegen. Dies ist sehr schön zu sehen an einer im Heroensaal der k. Glyptothek befindlichen Statue eines Athleten. Der Künstler hat damit in fein empfundener Weise ein ganz leichtes, in der Stellung der Beine kaum erkennbar hervortretendes, seitliches Anstemmen derselben gegen einander ausgedrückt, das den Zweck hat, seitliche Schwankungen des Körpers während des Aufträufelns der flüssigen Salbe aus dem mit der hochoberhalb gehaltenen rechten Hand gehaltenen Gefäss in die halb geöffnete und durch Anlegen des Vorderarms an den Leib fixirte linke Hand zu verhüten.

Wie die Glieder der Rekruten durch die militärischen Schritt- und Turnübungen in kurzer Zeit eine militärische Haltung annehmen, die ihre frühere Beschäftigung nicht mehr verräth, indem die Längen ihrer Muskeln und Bänder sich mehr den natürlichen Stellungen und Bewegungen der Gelenke anpassen, so nimmt auch bei jugendlichen Personen die deformirte Fusssohle beim Barfussgehen während des Sommers bald wieder ihre natürliche Form an, die sie in der kalten Jahreszeit in den Schuhen eingebüsst hat. An einigen derartigen jugendlichen Barfussgängern habe ich den Beely'schen Versuch wiederholt und gefunden, dass die Mittelfussköpfchenreihe nicht gewölbt, sondern in gerader Richtung von einer Seite zur andern verläuft, so dass sie sämtlich zum Aufstehen gelangen.

Wir müssen uns demnach für eine der Leistungsfähigkeit der Mittelfussknochen entsprechende Vertheilung der Körperlast beim Stehen auf ihre ganze Reihe entscheiden



und halten unter normalen Verhältnissen weder das Aufstehen auf dem I. und V. Mittelfussköpfchen (Hirtl, Henle u. A.), noch dasjenige auf dem ersten und der Tuberositas ossis metat. V (v. Meyer, Szymanowski, Hüter), noch das von Beely und nachträglich von H. v. Meyer statuierte Aufstehen auf dem II. und III., resp. III. Mittelfussköpfchen allein als mit dem wirklichen Verhalten übereinstimmend.

---

Vier Jahre nach der Publikation Beely's gelangte H. v. Meyer<sup>1)</sup> zu denselben Resultaten, wie Beely. Er belastete ein auf einen Tisch gestelltes Bänderpräparat eines Fusses — mit welchem Gewicht ist nicht angegeben — fand die I., II., IV. und V. Zehe sehr beweglich, entfernte dieselben sammt ihren Mittelfussknochen und Keilbeinen, ohne dass, wie er sagt, die Tragkraft des Fusses bei allein noch vorhandener III. Zehe gestört gewesen sei. Das Köpfchen des III. Mittelfussknochens sollte demnach der einzige vordere Stützpunkt des tragenden Fussgewölbes sein und dieses durch die Knochenreihe Os metatarsi III, cuneiforme III, cuboideus und Calcaneus gebildet werden. Dieses Centralgewölbe sollte durch Einschaltung des Astragalus und Os naviculare eine Verstärkung und Ergänzung erhalten. Die übrigen Zehen betrachtet er als stets unterstützungsbereite Streben desselben, welche ihrer Funktion durch die Art ihrer Befestigung durch Bänder zu genügen im Stande seien.

Ich verweise auf das oben der Beely'schen Theorie gegenüber Gesagte über die erworbene Difformität des Fussballens, sowie über die unentbehrliche Mitwirkung der Muskeln bei der Einstellung des Apparates für die entsprechenden Leistungen, über die Nothwendigkeit der kontraktilen Eigenschaft der Muskeln, ihres gleichen Spannungszustandes für die Aequilibrirung und Anpassung an die Bewegungen der Schwerlinie und die Unmöglichkeit der Erfüllung dieser Aufgabe von Seite der Bänder. Im Uebrigen dürfte eine solche Methode des Abtragens wohl schwerlich geeignet sein, in den Plan und die Bedeutung eines architektonischen Kunstwerks einzudringen, viel weniger noch wird sie bei dem komplizirten organischen Bau des Fusses zum Ziel führen, der nicht nur statischen, sondern auch den verschiedensten dynamischen Funktionen zu genügen hat.

---

1) H. v. Meyer, Statik u. Mechanik d. menschl. Fusses nach neuen Untersuchungen. Jena, Verl. v. G. Fischer, 1886.



## V.

### Muskelfunktionen beim Gehen.

#### § 14.

Beim Gehen nehmen ebensowohl die Unterschenkelknochen und der Kalkaneus wie der Talus an der Bewegung im Tarsocruralgelenk Theil.

Wie oben S. 53 ausgeführt, ist in Folge der Kniestreckung beim Vorschwingen des Beins die innere Portion des Gastrocnemius in Aktion, zugleich aber auch die während des Abstossens gedehnt gewesenen Extensoren und der Tibialis anticus. Diese verlegen den Effekt des Gastrocnemius internus auf das Talokalkanealgelenk, so dass der Kalkaneus am Talus medianwärts verschoben wird, indess die Extensoren und der Tibialis anticus den Fuss dorsalwärts beugen. Dies sind aber, wie wir gesehen, die Bedingungen, unter denen der Talus mit dreifacher Drehung zwischen Unterschenkelknochen und Kalkaneus hineingewunden werden kann, welche Funktion jetzt vom Tibialis posticus, der während des Abstossens ebenfalls gedehnt war, vollzogen wird. Nach erfolgtem Auftreten ändert der Muskelzug seine Richtung. Extensoren und Tibialis anticus ziehen jetzt vom Fussrücken her gegen den Unterschenkel, beugen ihn nach vorn und drehen seine Vorderfläche medianwärts. Zugleich wenden die Peronei und das andere jetzt abstossende Bein, indem sie die Körperschwere über den aufstehenden Fuss leiten, das Knie-Ende des Unterschenkels abduktorisch nach aussen. Diesen drei Bewegungen sind diejenigen des Kalkaneus gleichsinnig, welcher jetzt durch die Sohlenmuskeln nach vorn gezogen und dabei dem Mechanismus des Talokalkanealgelenks gemäss unter Medianwärtsdrehung und Senkung seines Processus anterior supinirt wird.

Wenn vor dem Auftreten der Talus zwischen Unterschenkel und Kalkaneus hineingewunden wurde, so werden jetzt während des Aufstehens letztere über den Talus nach vorn gedreht, welcher um so fester gegen sie angepresst wird, als der Tibialis posticus durch die Einwärtsrotation des Unterschenkels auf diesen aufgewickelt einen Spannungszuwachs für seine Funktion erhält. Der Sinus tarsi wird dadurch bis zum physiologischen Maximum geöffnet und Unterschenkel und Kalkaneus repräsentiren nach vollständiger Aufnahme



des Talus in seine Höhle einen Abschnitt des von ihnen gebildeten Windungsrohres von weiterem Umfang, ihr Gewinde erscheint aufgedreht.

Während des Vorschwingens wandert die Supinationsbewegung vom Kalkaneus weiter zum Vorderfuss. Der Zug des Gastrocnemius int., durch den der Kalkaneus medianwärts verschoben wird, versetzt auch die mit ihm gleichgewundenen Sohlenmuskeln des äussern Fussrandes in höhere Spannung und diese supiniren in Gemeinschaft mit dem Tibialis anticus den Vorderfuss, der deshalb zuerst mit seinem äussern Rand sich auf den Boden herablässt. Sofort wälzt sich aber der Fuss unter dem Körpergewicht pronatorisch auf seine ganze Sohlenfläche und mit dem Vorrücken der Schwerlinie endlich auf seinen innern Rand und in demselben Maasse kommen mehr die pronirenden medialen Sohlenmuskeln und der Peroneus longus zur Aktion. Da die Supination des hintern Fussabschnittes noch fort dauert, indess der Vorderfuss stark pronirt ist, so befindet sich jetzt das Fuss skelett im höchsten Grade der physiologischen Torsion und ist dadurch im Stande, das Körpergewicht während des Durchschwingens des andern Beins allein zu tragen. Darauf folgt nun wieder die Detorsion, indem die pronatorische Bewegung sich zum hintern Fussabschnitt fortpflanzt.

Sobald die Schwerlinie zu den Metatarsusköpfchen vorgerückt und die Ferse entlastet ist, wird diese durch die äussere Portion der Wadenmuskeln, deren Bauch auf die einwärts rotirten Unterschenkelknochen aufgewickelt und gedehnt wurde, gehoben; das Fussgelenk wird gestreckt und der Talus unter Supination und Drehung seines Kopfes nach ein- und abwärts zwischen Unterschenkel und Kalkaneus herausgewunden. Aber auch letztere machen jetzt bei Schliessung des Sinus tarsi ebenso wie bei dessen Oeffnung Bewegungen, welche denen des Talus entgegengesetzt sind. Wenn die Längsachse des Fusses mit der Fortbewegungsrichtung einen Winkel von  $45^{\circ}$  einschliesst, so neigt sich auf dem so auswärts gestellten Fuss der Unterschenkel der Fortbewegungsebene parallel nach vorn, beugt sich also ebensowohl von dessen äusserm Rande als von seinem Hinterende weg und dehnt nicht nur die Wadenmuskeln, sondern auch die Peronei, welche somit während der Hebung der Ferse ihren Einfluss auf diese geltend machen. Indem sie den Kalkaneus proniren, folgt dieser der gleichsinnigen adduktorischen Bewegung des obern Endes des Unterschenkels medianwärts, welche beim Abstossen des Fusses stattfindet und wird dadurch gegen den noch auf seiner ganzen Ballenbreite aufstehenden Vorderfuss detorquirt. Diese Detorsion wird während des Vorschwingens fortgesetzt, indem jetzt der Kalkaneus sich aus seiner Pronationsstellung in Supination dreht und diese dann nach vorn zum Vorderfuss weiterschreitet. Torsion und Detorsion des Fusses



wechseln mithin während der periodischen Schrittbewegung desselben miteinander ab, und sind, wie die übrigen periodischen Körperbewegungen desto merklicher, je weniger prompt der Gelenk- und Muskelapparat funktionirt, während sie sich bei kräftiger Innervation der Muskeln und tadellosem Gelenkbau in engeren physiologischen Grenzen halten.

Die vor dem Auftreten beginnende Supination des Kalkaneus schreitet also zum Vorderfuss fort und während sie nach dem Auftreten im hintern Fussabschnitt noch fort dauert, kehrt sie im vordern sofort in Pronation um und führt zur Torsion des Fusses. Vom vordern Fussabschnitt wandert die Pronation während des Abstossens wieder zum hintern und führt, da der Vorderfuss noch auf dem Boden festgehalten wird, zur Detorsion des Fusses. Nach dem Verlassen des Bodens kehrt die Pronation im hintern Fussabschnitt wieder um in Supination und diese vollendet die Detorsion, indem sie während des Vorschwingens wieder nach vorn weiterschreitet. Der belastete Fuss ist torquirt, der unbelastete detorquirt. Vorderer und hinterer Fussabschnitt oscilliren somit während des Gehens um die Längsachse, aber die Oscillationen setzen nicht gleichzeitig ein an beiden Enden, sondern die Exkursionen des einen Abschnittes gehen dem Fortschreiten der Bewegung gemäss denen des andern um einen kleinen Zeittheil voraus, wodurch es dann abwechselnd zu entgegengesetzten und wieder gleichen Bewegungszuständen in beiden Abschnitten kommt. Diese stimmen mit denjenigen der Wirbelsäule während des Gehens überein, welche, wie ich gezeigt, ebenfalls durch ungleichzeitige fortschreitende Oscillationen ihrer beiden Enden abwechselnd torquirt und detorquirt wird.

Mit der Torsion und Detorsion des Fuss skelettes wechselt ferner Torsion und Detorsion zwischen Unterschenkelknochen und hinterm Fussabschnitt in der Weise ab, dass ihr Gewinde während der Torsion des Fusses beim Aufstehen detorquirt, während der Detorsion des Fusses beim Abstossen wieder torquirt wird und damit den Talus aus seiner Höhle wieder hinaustreibt.

Das Hinauswinden des Talus ist analog dem Hinauswinden des Blutes aus dem Herz bei dessen Systole, sowie der Frucht aus dem Uterus, wie ich es in meiner wiederholt citirten Abhandlung darzustellen versucht habe, und es findet sich somit derselbe Bewegungstypus wie dort in augenfälliger Weise auch beim Fussgelenk wieder.



## VI.

### Muskelfunktionen beim Stehen.

#### § 15.

Das Spiel der physiologischen Torsion und Detorsion des Fuss skelettes, wodurch dessen Festigkeit abwechselnd erhöht und vermindert wird, gemäss den Ansprüchen, welche an seine Tragkraft und Widerstandsfähigkeit gemacht werden, hält sich beim aufrechten Stehen in weit engeren Grenzen als beim Gehen. Dort soll nur die natürliche Torsionsform, die normale Konfiguration der Knochen des Fusses gleichmässig erhalten werden. Seine Muskeln, ebenso wie diejenigen der unteren Extremität und der Wirbelsäule sind im Zustand der Erregung, wie Jeder aus der Willensanstrengung schliessen kann, welche für das aufrechte Stehen erforderlich ist, gegenüber der möglichen Willensunthätigkeit bei vollständiger Muskelerschaffung während des Liegens. Ich habe gezeigt, dass die tonische Erregung die automatische Aequilibrirung des gesammten Knochengerüsts ermöglicht. An allen Stellen, an welchen die Gleichgewichtsstellung der Knochen bedroht ist, wird durch die dabei eintretende Gelenkbewegung ein Theil der tonisch erregten Muskeln gedehnt, und weil hiebei die Spannkraft mehr wächst als die dehnende Kraft, so sind die Muskeln ganz von selbst im Stande, ohne besondere Willensintervention das gestörte Gleichgewicht wieder herzustellen. Beim aufrechten Stehen nun, welches nicht unter Beihilfe von Bänder- und Knochenhemmungen in v. Meyer'schem Sinne zu Stande kommt, sondern bei dem das gesammte Skelett durchweg von kräftig erregten Muskeln stets bewegungsfähig gehalten wird, fällt die Schwerlinie durch die Tibia und den Talus hindurch auf den Fussboden, so dass die Gelenkstellung zwischen Talus und Kalkaneus direkt auf ihre Widerstandsfähigkeit in Anspruch genommen wird. Der Talus nun befindet sich, wie wir gesehen, in Folge der Zwangsläufigkeit des Gelenks unbeweglich zwischen Unterschenkel und Kalkaneus, solange diese beiden ihre Stellungen nicht verändern. Der Kalkaneus aber ist das hintere Ende des äusseren spiraligen Knochenzuges, der so in sich gefügt ist, dass er nur von seinem hintern oder vom vordern Ende oder gleichzeitig von beiden aus torquirt oder detorquirt werden kann, ohnedies aber seine natürliche



Torsionsform auch unter dem Druck des Körpergewichts beibehält. Es wird also wesentlich darauf ankommen, in welcher Stellung die beiden aufstehenden Endstücke gegen die Schwerlinie sich befinden, resp. gegen die auf der Längsachse des Fusses gedachte Vertikal-Ebene. Stehen die stützenden Enden des Bogens ebenfalls vertikal, so gibt es bei ruhigem Aufstehen auf horizontalem Boden kein Drehungsmoment für die Schwerkraft, das sie aus ihrer Stellung zu bringen und dadurch eine Detorsion des Bogens zu erzielen vermöchte. Sie befinden sich in Beziehung auf ihre seitliche Bewegung im Gleichgewicht und so lang sie nicht aus demselben heraustreten, ist vermöge der Zwangsläufigkeit der Gelenkmechanismen auch jede andere Bewegung ausgeschlossen, die Torsionsform des Fuss skelettes — das Fussgewölbe — bleibt intakt.

Weil nun der hintere Stützpunkt der Schwerlinie mindestens dreimal näher steht als der vordere, so ist die Gefahr der Detorsion vom Kalkaneus aus eine grössere und die Frage nach der normalen Stellung desselben beim Aufrechtstehen gewinnt hiedurch ein neues Interesse. Sämtliche Autoren, die sich bisher mit der Mechanik des Fussgelenkes und deren Störungen und Difformitäten befasst haben, sind der Meinung, dass normalerweise der Talus auf der Kalkaneusfläche beim Stehen herabgleite, bis die laterale Taluskante auf dem Boden des Sinus tarsi aufstehe und dieser geschlossen sei. Sie sind theils theoretisch zu dieser Ansicht geführt worden in Folge irriger Voraussetzungen in Betreff der Muskel- und Gelenkmechanik, theils durch die Thatsache, dass die abnormen, im Bau schon mehr oder weniger geschädigten Füsse die Regel, die normalen dagegen die Ausnahme sind.

Zahlreiche Untersuchungen, welche ich an Füßen von Kindern und Erwachsenen angestellt habe, (s. unter Plattfussbildung) haben mir jedoch ergeben, dass beim normalen Fuss der Sinus tarsi während des Stehens vollständig geöffnet ist. Der Abstand des vordern Randes des Malleolus externus, der den Bewegungen des Talus folgt, von der äussern oberen Kante des Fersenbeinhalses, der mit dem Oeffnen und Schliessen des Sinus grösser und kleiner wird, ist leicht zu messen; er beträgt bei Erwachsenen ca. 2 bis 3 cm, so dass der Finger leicht in den offenen Sinus eindringen kann. Zeichnet man den Umriss eines solchen normalen Fusses bei aufrechter Stellung mit geschlossenen Beinen, so fällt die Projektion des äusseren Knöchels auf den horizontalen Fussboden etwa 5 mm ausserhalb der Umrisslinie oder mindestens in dieselbe hinein. Bei weniger offenem Sinus tarsi dagegen trifft sie medianwärts von ihr auf und zwar desto weiter nach innen hin, je näher der Sinus dem völligen Schluss, je grösser somit die Valgität des Kalkaneus bereits ist.

Die Gelenkstellung des Kalkaneus aber, wie sie nach Obigem dem normalen Fuss zukommt, ist eine ausgesprochene Supinations-



stellung. Bei dieser trifft die auf der Längsachse des Fusses errichtete Vertikal-Ebene, in welcher die Schwerlinie liegt, zwischen den beiden Höckern des hintern Fortsatzes des Fersenbeins, mit welchen sich dieses auf den Boden stützt. Sie gewähren entsprechend dem Dicken-Durchmesser des Knochens der Schwerlinie einen ansehnlichen Spielraum. Sobald sie denselben medianwärts überschreitet, setzt auch schon die Valgusbewegung des Kalkaneus ein, die bis zur physiologischen Grenze ihrer Exkursion in den Gelenkverbindungen des Kalkaneus mit dem Talus und dem Os cuboideum gehen kann, ohne durch Bänder- oder Knochenhemmung ein Hinderniss zu finden, solange nicht die tonisch erregten Muskeln, durch die Valgusbewegung gedehnt, in genügende Spannung gerathen, um die normale Supinationsstellung wieder herbeizuführen.

Und wie mit dem hintern Stützknochen des Fussgewölbes, so verhält es sich auch mit den vordern, den Metatarsusknochen. Typisch für dieselben ist das Verhalten des weitaus stärksten unter ihnen, des ersten, der als Endglied der Reihe, welche die pronatorische Bewegung im vordern Fussabschnitt durchzieht, diese in ausgiebigster Weise ausführt. Wie der Kalkaneus durch Supination, so ist der Metatarsus I durch Pronation in senkrechte Gleichgewichtsstellung gebracht und wie jener zwischen seinen beiden Höckern, so hat auch dieser zwischen den beiden Sesambeinen einigen Spielraum für die Schwerlinie. Der Begriff Pronation involvirt auch hier die Kombination der drei Bewegungen um die Raumachsen; mit der pronatorischen im engern Sinn vereinigt sich ein höherer Grad von Neigung und Abduktion des Metatarsus, wodurch eben die charakteristische Normalstellung entsteht. Desgleichen ist die physiologische Supination desselben mit Hebung und Adduktion verbunden, welche in der pathologisch gesteigerten Form der Plattfussdeformirung zur Verflachung und winkligen Abknickung des Metatarsus nach innen führt.

Wie der erste, so sind normalerweise auch die übrigen Mittelfussknochen äquilibrirt. Es lassen sich durch sämtliche fünf Stützen, in die sich der vordere Gewölbeschenkel spaltet, nach hinten konvergirende senkrechte Ebenen legen. Aus ihrer Gleichgewichtsstellung kann sie die Schwerkraft nicht bringen, solange sie keinen Hebelarm für seitliche Drehung besitzt. Sie ist vielmehr zur Fixirung jener von den Muskeln in Dienst genommen, welche ihrerseits wieder durch automatische Thätigkeit dafür sorgen, dass jede Störung sofort wieder ausgeglichen wird. Der Muskeltonus spielt hier die gleiche Rolle wie bei der Aequilibrirung der übrigen Skelettknochen des Körpers übereinander. Eine wesentliche Aufgabe fällt dabei den Zwischenknochenmuskeln zu. Sie stellen die Kontinuität der Muskelaktion zwischen den pronirenden und supinirenden Muskeln des innern und äussern Fussrandes her und über-



tragen deren Wirkungen auf ihre Metatarsusknochen. Hinten mit den Sehnenfortsätzen des Ligamentum calcaneo-cuboideum plantare, vorn mit den an die Phalangen befestigten Endsehnen in Verbindung, haben die von den Seitenflächen der Mittelfussknochen entspringenden Muskelmassen der mm. interossei dorsales und volares zugleich unmittelbaren Einfluss auf die Stellung jener. Indirekt besitzen ihn aber auch die übrigen kurzen und langen Muskeln des Fusses, insofern ihr Effekt immer eine durch die Zwangsläufigkeit der Gelenkmechanismen bedingte Kombination von Bewegungen ist, welche auch die äquilibrirende in sich begreift.

Setzt man nun, wie es unter normalen Verhältnissen unzweifelhaft der Fall ist, voraus, dass der Erregungszustand sämtlicher Fussmuskeln, der kurzen wie der langen, beim Stehen der gleiche ist, so wird es für die Grösse des Spannungszuwachses bei einer Gelenkbewegung von wesentlicher Bedeutung sein, von welcher Länge die dadurch gedehnten Muskelfasern sind.

Muskeln, welche über dasselbe Gelenk hinweglaufen, wie andere, aber nur halb so lange Fasern besitzen als diese, werden stärker gedehnt werden und der Spannungszuwachs wird bei ihnen ein grösserer sein, als bei den langen und zwar nicht etwa bloss noch einmal so gross, sondern noch dazu in dem Verhältniss wachsend, als überhaupt die Kontraktionskraft des Muskels der dehnenden Kraft gegenüber zunimmt. Insofern werden also die kurzen Fusssohlenmuskeln während des aufrechten Stehens die Hauptarbeit zu leisten haben, da schon die geringste detorquierende Bewegung in den Gelenken des Fuss skelettes bei ihnen einen Spannungszuwachs auslöst, der zur sofortigen Korrektur genügt, während die langen Muskeln einen solchen noch nicht erreicht haben, wenn sie auch mit dem erlangten Plus an Spannung den Effekt der kurzen unterstützen. Unter solchen Umständen werden letztere als die vordersten und eigentlichen Wächter über die Integrität der normalen Fussform während des aufrechten Stehens zu betrachten sein. Denn die dehnenden Gelenkbewegungen während desselben beschränken sich auf sehr geringe Formveränderungen des Fussgewölbes, sind also nur minimal, während die beim Gehen stattfindenden stark dehnenden Bewegungen zwischen Fuss und Unterschenkel, wie auch diejenigen der Zehen für die langen Muskeln wegfallen.

Wenn es sich nach diesen Ausführungen für das Stehen nur darum handelt, dass die aufstützenden Endstücke des spiralig gewundenen Knochenbogens, von denen aus eine deformirende Detorsion desselben möglich wäre, in vertikalen Ebenen und damit im Gleichgewicht gegen seitliches Umlegen verbleiben, so werden wir kein Bedenken tragen, den in tonischem Spannungszustand befindlichen Muskeln die Erfüllung dieser Aufgabe ebensogut zuzutrauen, als



den übrigen gleichzeitig tonisch erregten Muskeln des Körpers diejenige der Erhaltung seines Gleichgewichts. Wie hier die fortwährenden kleinen Verschiebungen der Einzelschwerpunkte ein beständiges Spiel von Thätigkeitsäusserungen der gesammten der Aequilibrirung dienenden Muskulatur erzeugen, welches sich, abgesehen von dem Mangel eines regelmässigen periodischen Ablaufes nur quantitativ von demjenigen während des Ganges unterscheidet, indem den geringen zulässigen Gelenksexkursionen gemäss Dehnung, Spannungserhöhung und Zusammenziehung der Muskeln beim Aequilibriren keine so hohen Grade erreichen, so durchzieht auch ein stetes Muskelspiel die formerhaltenden Muskeln des Fusses während des Stehens, bei Anpassung der Fusssohle an die Bodenfläche, die Fussbekleidung und je nachdem die Schwerlinie des Körpers zwischen beide Füsse fällt oder abwechselnd auf den rechten oder linken Fuss geleitet wird oder indem sie in leichte Schwankungen nach vorn und hinten geräth.

---

## VII.

### Umwandlung der Fussform des Neugeborenen in diejenige beim Erwachsenen.

#### § 16.

Sowohl für das Verständniss der Form und Bewegung des normalen Fusses als für das der Entstehung der am häufigsten erworbenen Difformität — des Plattfusses — ist das Studium der Umformung des Fusses beim Neugeborenen von grossem Interesse.

Der Umstand, dass man so ziemlich alle Bewegung, deren der Fuss mit Ausnahme der reinen Beugung und Streckung gegen den Unterschenkel und derjenigen der Zehen überhaupt fähig ist, auf das Talo-Tarsalgelenk zusammendrängte, um dessen sogenannte schiefe Astragalusachse die Fusswurzel- und Mittelfussknochen als ein in sich fast unbewegliches Ganzes sich drehen sollten, hat es verhindert, in das Wesen dieser so interessanten Umbildung tiefer einzudringen.

Hüter<sup>1)</sup>, der sich eingehend mit ihr beschäftigte, gelangte zu der Ansicht, dass die physiologische Supinationsstellung des Fusses

---

1) C. Hüter, Zur Aetiologie der Fusswurzelkontrakturen, Langenbek's Archiv IV. Band, 1863, und Anatom. Studien an den Extremitätengelenken Neugeborener und Erwachsener. Virchow's Archiv XXV. Band, 1862.



beim Neugeborenen allmählich in die physiologische Pronationsstellung beim Erwachsenen übergehe. Die damit nothwendig verbundene Umgestaltung der Gelenkflächen und Knochenformen beginne mit dem Zeitpunkt, wo mit dem ersten Schritt, welchen das Kind macht, das Körpergewicht seinen Einfluss ausübe, und werde bis zum vollendeten Wachsthum fortgesetzt. Das Knochenwachsthum sei für die Umgestaltung eine nothwendige Bedingung, wie aus der Existenz der intrakapsulären Knochenstreifen hervorgehe, welche der Ausdruck des durch die dauernde Pronationslage des Talo-Tarsalgelenks bedingten ungleichmässigen Knochenwachsthums seien. Diese physiologische Umformung des kindlichen Fusses durch ungleichmässiges Wachsthum seiner Knochen unter dem Einfluss der pronirenden Körperlast könne bis ins Pathologische hinein fortgesetzt, resp. gesteigert werden, und ein solcher Excess der normalen physiologischen Umbildung sei die Plattfussbildung, diese somit ihrem Wesen nach ein Wachsthumsvorgang.

Dagegen wies Lorenz<sup>1)</sup> nach, dass die intrakapsulären Knochenstreifen, aus welchen Hüter die Veränderung der Knochenformen ableitet, nicht die Bedeutung von Wachsthumstreifen haben, dass sie beim Neugeborenen wie auch schon beim Embrio als intrakapsuläre Knorpelstreifen vorhanden sind, welche bei fortschreitender Verknöcherung ihren Knorpel nur deshalb verlieren, weil sie nicht im Gelenkverkehr stehen und so durch blosse Oberflächenveränderung zu Knochenstreifen werden. Zugleich machte er darauf aufmerksam, dass sie sich dort finden, wo sie der Hüter'schen Theorie nach nicht sein sollten, und an diejenigen Stellen fehlen, wo Mangel an Belastungsdruck ihre Anwesenheit derselben Theorie gemäss sie erwarten liesse. Wie sie aber keine Beziehung zur physiologischen Umbildung des Neonatenfusses haben, so auch nicht zur Plattfussbildung, die darum kein Wachsthumsvorgang und somit auch kein Excess der ersten sein könne.

Gegen die Behauptung Hüter's, dass die Umbildung erst in Folge der Belastung mit dem Körpergewicht beim Stehen und Gehen beginne, wendete sich Volkmann<sup>2)</sup>, indem er geltend machte, dass dieselbe schon in den ersten Monaten vor sich gehe, ja dass sie sogar schon über die Norm hinaus vollendet sein könne, ehe die Füsse auch nur versuchsweise belastet würden (im achten bis zehnten Monat) und ferner, dass die fötale Form bei  $\frac{5}{4}$  oder  $1\frac{1}{2}$  Jahre alten kränklichen und schwächlichen Kindern nicht mehr vorhanden sei, obgleich sie noch nie Gehversuche gemacht hätten. Volkmann ist der Ansicht, »dass unter normalen Verhältnissen die Belastung

---

1) Lorenz, Die Lehre vom erworbenen Plattfuss. Stuttgart 1883.

2) R. Volkmann, Ueber d. Plattfuss kleiner Kinder, Centralblatt f. Chirurgie 1881 Nr. 6, und Pitha-Billroth, Krankheiten der Bewegungsorgane von R. Volkmann, Abschn. 5b.



des Fusses durch das Körpergewicht beim Gehen und Stehen keinen Einfluss auf jene für die Chirurgen so interessante Umformung habe, vielmehr werde dieselbe nur durch uns völlig unbekannte Kräfte vermittelt, welche dem Ei und der Samenzelle immanent die Form der Gattung, Art und Race bestimmen«. Auch gegen die weitere Meinung Hüter's, dass die Wölbung des Fusses beim Neugeborenen durch die Schwere des sich biegenden Vorderfusses beim Liegen entstehe, mit der gleichzeitig dann die nutritive Verkürzung der kurzen Sohlenmuskeln einhergehe, ein Vorgang, welcher als Typus der auf mechanische Weise entstandenen Kontrakturen der Gelenke und Muskeln zu betrachten sei — wendet sich Volkmann mit der Behauptung, »dass sich die Gestaltsveränderung der Knochen in und entgegen der Richtung der Belastung (Schenkelhals) bilde und dass die Aushöhlung der Planta erst entstehe, wenn das Kind zu stehen und gehen anfangen«.

Wenn nun damit auch die wissenschaftliche Begründung der Hüter'schen Lehre wesentlich erschüttert wurde, so hat sie sich doch bis heute insofern erhalten, als man für die Umwandlung des Neonatenfusses in die Fussform des Erwachsenen als charakteristisch festhält, dass die Supinationslage des Talo-Tarsalgelenks sich in eine Pronationslage verwandle und dass dieser physiologische Vorgang sich bis ins Pathologische hinein, d. h. bis zur Plattfussbildung steigern könne, so dass dieser in der That doch nur einen Exzess der physiologischen Umbildung darstelle. Man stellt sich vor, dass der Fuss als Ganzes im vermeintlichen Rotationsgelenk zwischen Talus und Kalkaneus um die schiefe Astragalusachse sich in Pronation überdrehe.

Allein abgesehen davon, dass sich die Umformung des Fusses aus einer Stellungsänderung gegen den Talus allein nicht erklären liesse, tritt eine solche nicht einmal ein. Es bleibt vielmehr die Supinationsstellung des Kalkaneus bestehen und der Sinus tarsi offen. Die Umformung geschieht nicht durch Bewegung des Fuss skelettes, sondern im Fuss skelett und diese wirkt nicht stellungs- sondern formverändernd.

Im Uterus hat der Fuss eine dorsalflektirte und supinirte Stellung gegen den Unterschenkel. Dieselbe kann in Folge Raum mangels nur sehr wenig geändert werden, wesshalb sich ihr die Längenverhältnisse der Muskeln adaptiren. Die beiden Tibialmuskeln haben dann schon im Ruhestand diejenige Länge, welche ihrem stärksten Kontraktionszustande gleichkäme, indessen die Wadenmuskeln und die Peronei eine Länge besitzen, die der grössten passiven Dehnung entspricht. Wenn nun die Muskeln bei erlangter voller Aktionsfreiheit nach der Geburt ihr Spiel beginnen, so suchen sie die ganze im Bau der sämtlichen Gelenke des Fuss skelettes vorgesehene Exkursionsbreite in Anspruch zu nehmen. Beugung und Streckung, Ab- und Adduktion, Pro- und Supination wechseln



beständig miteinander ab. Allein die volle Exkursion in der früher behinderten Richtung wird nur ganz allmählich erreicht. So ist beim Neugeborenen die Plantarflexion wegen der zu geringen Länge der Streckmuskeln nur in beschränktem Grade möglich und ebenso ist leicht zu beobachten, dass sich der hintere Fussabschnitt den sehr lebhaften Pronationsbewegungen des Vorderfusses widersetzt (Fig. 28), offenbar, weil die zu kurzen Schienbeinmuskeln bei der pronatorischen Aktion der Peronei sofort in hochgradige Spannung gerathend den Talus mit solcher Kraft in seiner Höhle zurückhalten, dass eine Aenderung in der Stellung des Talokalkanealgelenks unmöglich wird. Der Kalkaneus bleibt in Supination fixirt und der Effekt der Pronation muss sich auf die vor dem Talotarsalgelenk liegenden Gelenke vertheilen und muss bei den am weitesten nach vorn gelegenen, den Mittelfussknochen und unter diesen wieder beim mediansten von ihnen, dem Os metat. I am grössten sein. Die Pronation ist hier im weiteren Sinn zu verstehen, da, wie früher bereits ausgeführt, zur Drehung der Knochen um ihre Längsachse nach innen noch die Neigung derselben vorn ab- und medianwärts hinzukommt. Es wird somit der Fuss nicht etwa als Ganzes pronirt, sondern vom supinirten Kalkaneus aus nach vorn innen hin pronatorisch torquirt. Hiedurch erhält er seine geschwungene Form, die Planta ihre charakteristische Höhlung und der innere Fussrand eine mehr gerade Richtung gegenüber der medianwärts konkaven beim Neugeborenen. Diese Form des Fusses, sowie die der Planta ist wesentlich verschieden von derjenigen bei *Pes equinus* und *equinovarus* und der sich denselben annähernden Form des Hohlfusses, welcher nach bereits erworbenem mässigem Grade von beweglichem Valgusfuss durch Tragen sehr hoher Absätze erzielt wird, wobei es sich nicht um Torsion des Fusses, sondern um Zusammenschieben der beiden Gewölbestützen durch das Körpergewicht, um kürzere Spannung des Gewölbebogens handelt.

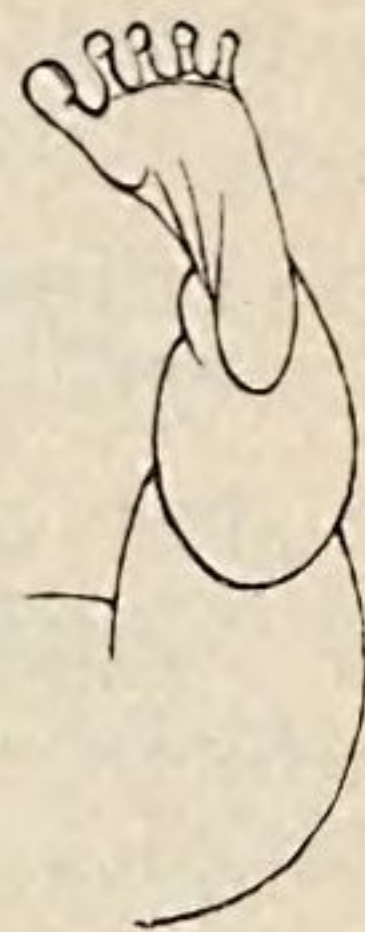


Fig. 28.

Wird der Neonatenfuss auf den Boden gestellt, so ruht er auf dem äussern Fussrand, der innere ist nach oben gerichtet und die Fusssohle sieht medianwärts. Wollte man diese jetzt ohne Torsion nach unten drehen, damit sie ganz zum Aufstehen komme, so müsste der Fuss im Talotarsalgelenk so stark pronirt werden, dass der Kalkaneus unter Schluss des Sinus tarsi in Valgusstellung gerathen würde. Durch die Torsion dagegen erreicht der Grosszehenballen allmählig eine so tiefe Lage, dass er in das Niveau des äussern Fussrandes gelangt und nun den Boden berührt, ohne dass der Kalkaneus seine Supinationsstellung aufzugeben braucht.

Mit der pronirenden Wirkung der Peronei auf den vordern Fussabschnitt vereinigt sich die Aktion der kurzen Sohlenmuskeln.



Diese erfolgt durch Vermittlung des Kalkaneus und des Ligamentum calcaneo-cuboideum plantare gleichzeitig mit der lebhaften Thätigkeit der Wadenmuskeln, welche mit jenen einen gemeinsamen Muskeltrakt bilden. Der innere Fussrand wird durch die medialen Sohlenmuskeln pronirt, der äussere durch die lateralen dagegen supinirt. Während die erstern ihren pronatorischen Effekt demjenigen des Peroneus longus für den innern Fussrand zugesellen, hat die pronirende Kraft des Peroneus brevis den Widerstand der supinirenden lateralen Sohlenmuskeln zu überwinden. Die Torsion des äussern Fussrandes und damit des Vorderfusses als Ganzes gegenüber dem hintern Fussabschnitt bleibt desshalb weit hinter der Torsion des innern Fussrandes zurück. Wie die Pronation in der Richtung der Längsachse des Fusses von hinten nach vorn innen zunimmt und dadurch die Längswölbung desselben herstellt, so führt sie durch allmälige Zunahme vom äussern gegen den innern Fussrand hin zur queren Wölbung des Vorderfusses, wirkt somit in doppeltem Sinne formverändernd.

Mit welch' eifrigem Behagen die Torsionsbewegungen der Füße von den ersten Tagen nach der Geburt an gemacht werden, zeigen alle Neugeborenen, so lang und so oft ihnen der freie und ungehinderte Gebrauch ihrer Beine gestattet wird, Fig. 28.

Dass die pronirende Thätigkeit der Muskeln den supinirenden gegenüber einen so überwiegenden Effekt erzielt, welcher sich zur schliesslichen Umgestaltung des platten Neonatenfusses in die Torsionsform des Erwachsenen summirt, hat, wie erwähnt, seinen Grund darin, dass die Pronatoren die Gelenkbahnen für ihre Funktionen offen haben, die Supinatoren nicht, ein Verhältniss, welches sich erst im Laufe der Umbildung zur späteren Fussform für beide gleich gestaltet.

Der Einfluss der pronirenden Muskelaktion auf das in dieser frühen Lebensperiode so lebhafte Wachsthum der Knochen, auf deren Form und Richtung, wie auf den definitiven Ausbau der Gelenke ist nicht zu bezweifeln. Am auffallendsten zeigt sich derselbe an der Drehung des ursprünglich mehr quer stehenden Kopfovals des Talus in eine bleibende schief vertikale Stellung.

Dadurch, dass mit den allmähig erreichten Anfangsgraden der Torsionsform beständig von Neuem Torsionsbewegungen gemacht werden, die immer wieder ihre Spur im Wachsthum hinterlassen und durch welche jene endlich bis zur physiologischen Grenze entwickelt wird, erhält die Gesamt-Torsion vom Beginn bis zur Beendigung des Umformungsprozesses einen Umfang, der die Grenzen eines einzelnen Bewegungsaktes weit übersteigt.

So gesellt sich zur Supination des Kalkaneus, welche als erster intrauteriner Akt der Torsion des Fusses aufzufassen ist, der extrauterine zweite Akt derselben, derjenige der Pronation des vorderen



Fussabschnittes und mit beiden Akten zusammen ist die endgültige Torsionsform des Fusses fertig, noch bevor Steh- und Gehversuche gemacht werden. Sind aber endlich diese an der Zeit und die Festigkeit des Fuss skelettes dem Körpergewicht gewachsen, so erhöht letzteres durch Dehnung die Spannkraft der Fusssohlenmuskeln und wenn nicht ungehörige Ansprüche an die Dauer ihrer Leistungen gemacht werden, so wirkt der Antagonismus zwischen Schwere und

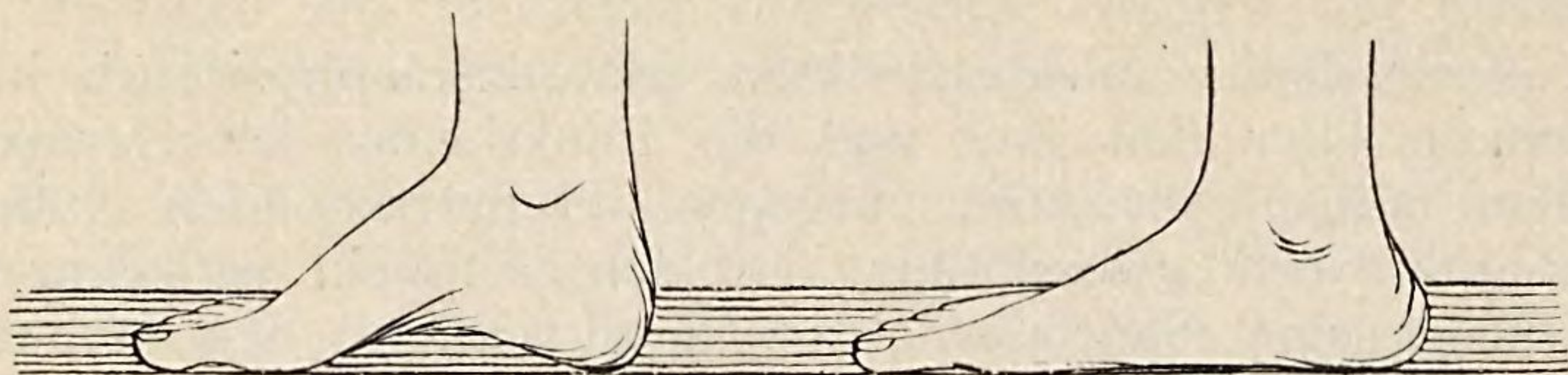


Fig. 29.

Fig. 30.

Muskelkraft nicht zerstörend, sondern erhaltend und ausbildend auf die Form des Fusses.

Supination im hintern und Pronation im vordern Fussabschnitt — Torsion des Fuss skelettes — (Fig. 29) ist also das Wesen der Umformung des Neonatenfusses zum normalen gewölbten Fuss des Erwachsenen. Das Wesen der Plattfussbildung dagegen besteht umgekehrt in Pronation des hintern und Supination des vordern Fussabschnittes, ist Detorsion des Fusses (Fig. 30) und somit kein gleichartiger Vorgang, kein Exzess der physiologischen Umformung des Neonatenfusses, sondern das gerade Gegentheil davon.



## VIII.

### Plattfussbildung.

#### § 17.

Nach den vorausgeschickten anatomisch-physiologischen Erörterungen über den Bau und die Funktionen der Gelenke und Muskeln müssen wir jetzt, entgegen der herrschenden Auffassung, den Beginn der Plattfussbildung auf den Zeitpunkt verlegen, wo der Kalkaneus seine Gleichgewichtsstellung während des Stehens verlässt, wo also die normale Torsionsform des Fuss skelettes durch die pronirende Bewegung des Calcaneus in ihrem hintern Abschnitt detorquirt zu werden beginnt.

Erkennbar ist dieser Vorgang schon frühzeitig an dem Verhalten des normaler Weise offenen Sinus tarsi, welcher mit der zunehmenden Pronation des Kalkaneus kleiner und endlich geschlossen wird, sowie daran, dass die Oberfläche des äusseren Knöchels, die beim normalen Fuss die senkrechte Linie tangirt, welche über der ihr entsprechenden Stelle des äussern hintern Theils des Fussumrisses errichtet wird, oder sie nach aussen überragt, nun medianwärts von derselben zurückweicht, und zwar desto weiter, je grösser die Valgität des Kalkaneus bereits ist.

In Beziehung auf den Mechanismus der Entwicklung dieser Difformität muss man daran festhalten, dass dem Talus beim aufrechten Stehen des Fusses auf horizontalem Boden normaler Weise eine ganz bestimmte Gelenkstellung zwischen den Unterschenkelknochen und dem Kalkaneus zukommt, die er nicht verlassen kann, so lange diese in ihrer Stellung verharren, weil das Verhältniss zwischen dem Umfang der Flexion und demjenigen der beiden übrigen Rotationen im oberen Sprunggelenk ein anderes ist als im unteren. Es kann somit der Talus nicht auf der Kalkaneusfläche zum Schluss des Sinus tarsi herabgleiten. Andererseits kann auch der Kalkaneus nicht durch den Gegendruck des Bodens an der Talusfläche hinaufgeschoben werden, so lang er auf horizontaler Fläche stehend, durch tonische Muskelkraft in seiner Gleichgewichtsstellung erhalten wird.

Insofern nun beim aufrechten Stehen die vertikale Stellung der Beine beibehalten wird, so ist ein Wechsel der Knochenstellung im Tarso-Cruralgelenk nur möglich in Folge Neigung der Bodenfläche.

Wird dieselbe nach aussen geneigt, so folgt der Kalkaneus dieser Steigung bis zum höchsten Grad der möglichen Supination



und Einwärtsdrehung seines Processus anterior unter extremer Oeffnung des Sinus tarsi, indess der Talus sich in reiner Dorsalflexion entsprechend tiefer unter die Tibiahohlrolle hineinbegibt. Bei weiter zunehmender Neigung der Bodenfläche nach aussen dreht sich diese unter den Kalkaneus, welcher dann nur noch mit dem innern Höcker aufsteht, indess der Vorderfuss bis zur vollständigen Detorsion gegen den hintern Fussabschnitt auf der Unterlage bleibt, und die Form des Fusses dem Neonatenfuss gleicht. Von den Muskeln sind in Aktion die beiden Tibiales, der mediale Theil der Extensoren, die innere Portion des Gastrocnemius und die lateralen Sohlenmuskeln.

Neigt sich die Fläche medianwärts, so bewegt sich der Kalkaneus mit ihr zur Pronation, indem er gleichzeitig seinen vorderen Fortsatz lateralwärts dreht. Da er aber nicht dem Körpergewicht entgegen aufwärts kann, so wird die kombinierte Rotation im Talokalkanealgelenk ebenso wie im vorigen Fall in ihre Bestandtheile zerlegt auf beide Knochen vertheilt und statt der Drehung des Kalkaneus vornaufwärts, rotirt der Talus auf ihm vornabwärts zum Schluss des Sinus tarsi. Die Stellung der Knochen des Talo-Kalkanealgelenks ist jetzt die von Fig. 7. Wird das Knie leicht gebeugt, so dass der Unterschenkel sammt dem Talus und seine Längsachse einwärts rotiren kann, so kann die dabei stattfindende Medianwärtsdrehung des Taluskopfes auch an Stelle der Lateralwärtsdrehung des Processus anterior calcanei treten. Auch hier kann der Vorderfuss der Fortsetzung der Drehung der Bodenfläche nach innen noch folgen, wenn die Valgusbewegung des Kalkaneus bereits ihre Grenze erreicht hat, und zwar solange, bis er gegen den hinteren Fussabschnitt die grösstmögliche Torsion erreicht hat. Der Kalkaneus steht dabei nur noch auf seinem äussern Höcker auf. Die in Kontraktion befindlichen Muskeln sind die äussere Portion des Triceps surae, die Peronei, die äussere Hälfte der Extensoren und die innere der Sohlenmuskeln.

Wird die Bodenfläche nach vorn geneigt, so kommt der Fuss in reine Plantarflexion gegen den Unterschenkel. Je stärker die Neigung der Fläche, je grösser der Grad der Plantarflexion, welche der Talus unter der Tibiahohlrolle hervor ausführt, desto grösser ist auch der Betrag seiner beiden gleichzeitigen Nebenrotationen — seiner Supination und der Drehung seines Kopfes medianwärts — desto tiefer kann er auch auf der Kalkaneusfläche bis zum endlichen Schluss des Sinus tarsi herabgleiten, ohne dass der Kalkaneus eine andere Bewegung vollzieht, als diejenige der reinen Plantarflexion.

Dem Talus wird somit durch Neigung der Bodenfläche nach vorn ermöglicht, was er beim Aufstehen des Fusses auf horizontalem Boden nicht ausführen kann, d. h. er gleitet um einen der Neigung.



resp. der Plantarflexion entsprechenden Betrag auf der Kalkaneusfläche herab und es kann bei genügender Steilheit des Bodens zum Schluss des Sinus tarsi kommen. Fig. 32.

Man kann sich bei einem normalen Fuss leicht davon überzeugen. Die Oeffnung des Sinus tarsi, welche beim Stehen auf horizontalem Boden zwei Fingerspitzen eindringen lässt, ist bei stark geneigtem Boden kaum mehr für einen allein zugänglich. Selbstredend darf dabei der Fuss nicht durch willkürliche Muskelkontraktion (Tibiales) auf seinen äussern Rand gewälzt werden.

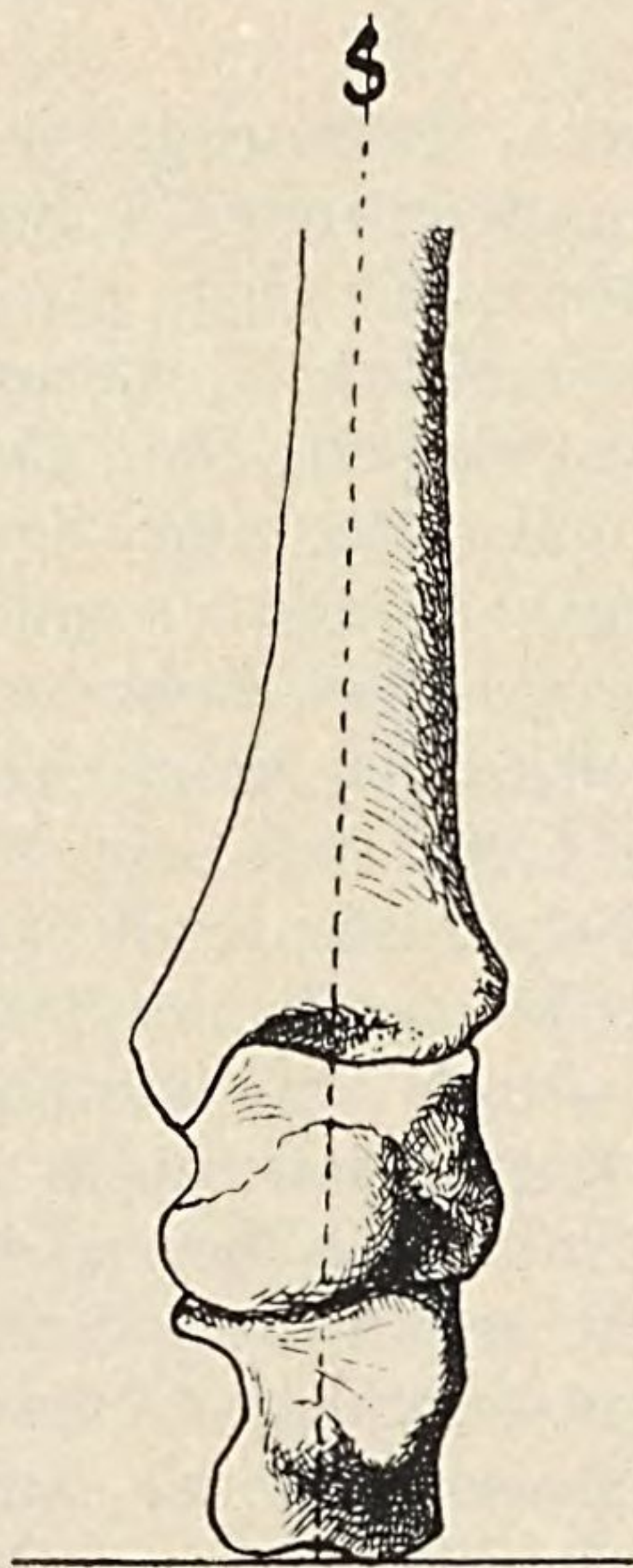


Fig. 31.

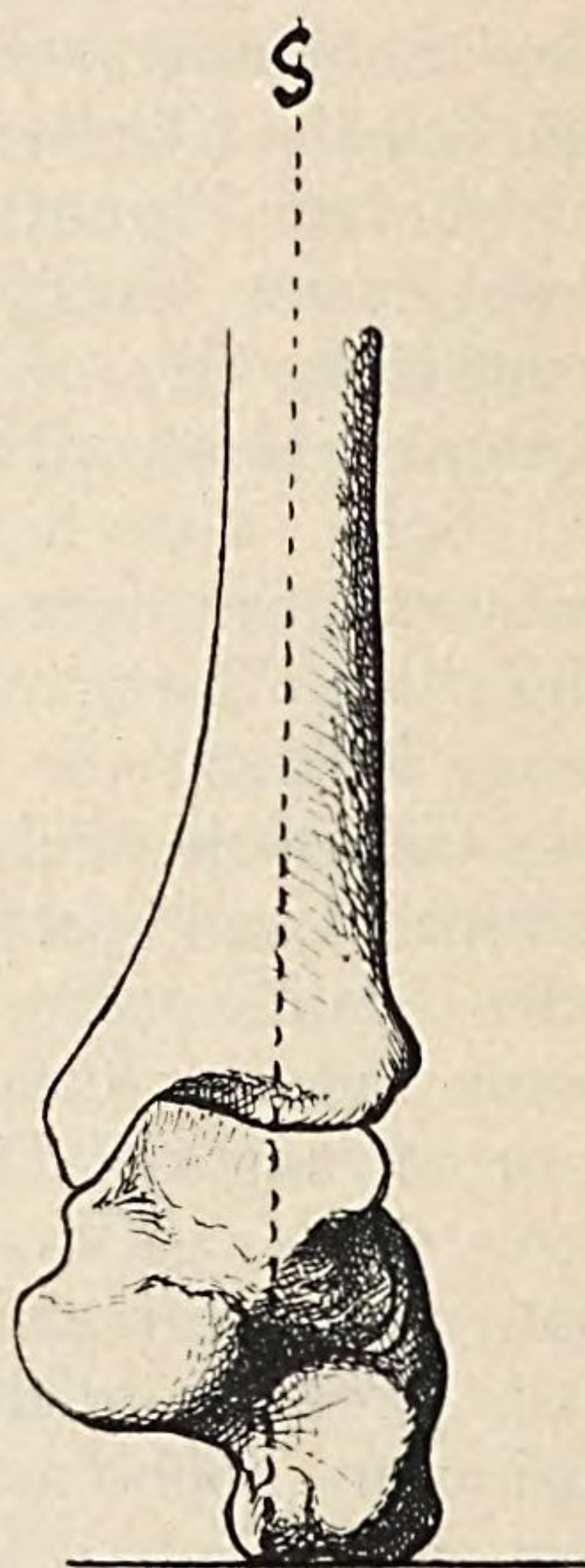


Fig. 32.

Der Talus bewegt sich somit hier in typischer Weise als Zwischenknochen zwischen beiden grösseren Gelenkflächen seiner Höhle, bzw. er wird aus derselben herausgewunden. Die Form des Fusses stimmt dann mit derjenigen überein, welche er beim Gehen unmittelbar vor dem Abheben der Fussspitze vom Boden besitzt. Der Sinus tarsi ist der Schliessung mehr weniger nahe, der Taluskopf steht tiefer, weiter nach vorn und hat auch den medianen Theil des Kahnbeins weiter vorgeschoben, der Fuss ist etwas verlängert und das Gewölbe etwas flacher.

In der Phase des Abhebens der Fussspitze vom Boden beim Gehen, in welcher der Fuss diese Form annimmt, ist er fast ganz vom Körpergewicht entlastet und die Gefahr der Deformirung ist



damit ausgeschlossen. Anders ist es, wenn derselbe in dieser für das Tragen der Körperlast ungünstigsten Form andauernd mit ihr beschwert wird. Dieser Fall ist gegeben durch Stellung des Fusses auf hohe Absätze.

Der vermehrte Belastungsdruck auf den hintern Theil des Talokalkanealgelenks, die Verminderung desselben für die vordern untern Parthieen des Gelenks, der Mangel eines genügenden Stellungswechsels der Knochen, der bei der nun veränderten Gangart — siehe meine oben citirte Abhandlung S. 110. Gangart nach einwärts

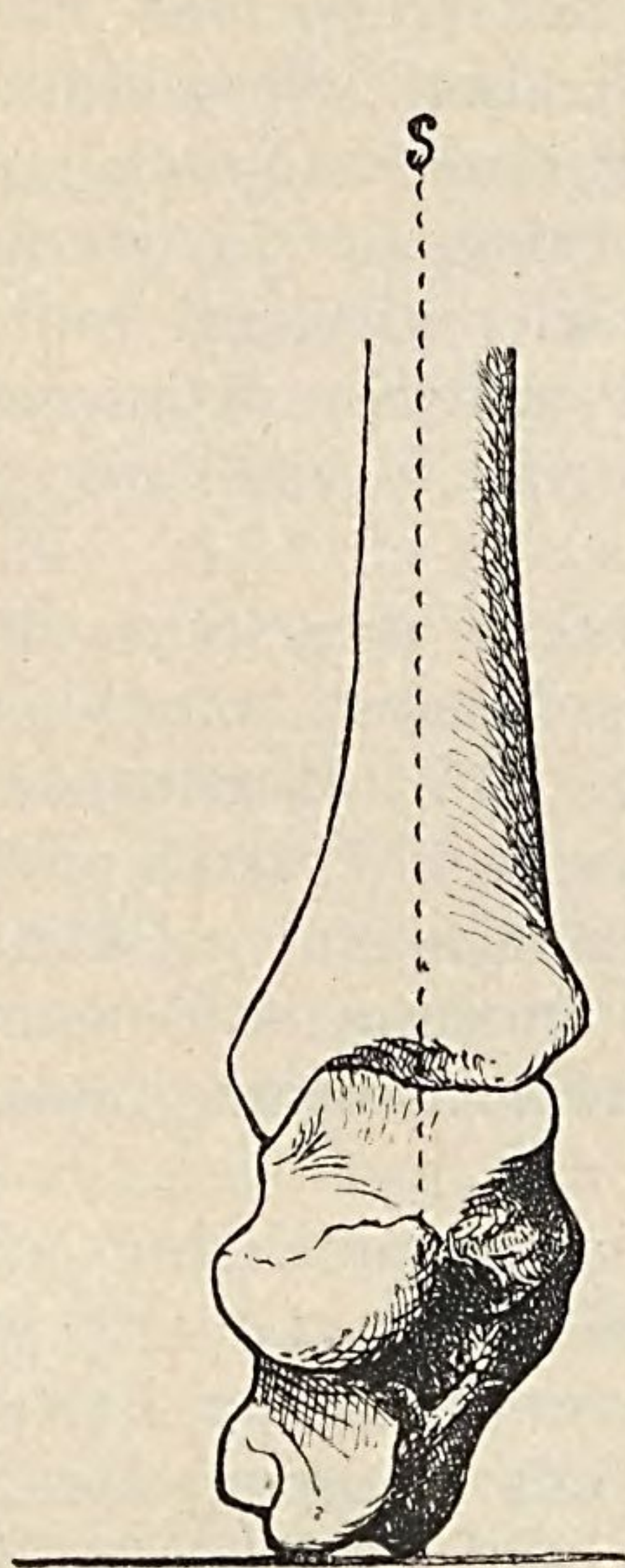


Fig. 33.

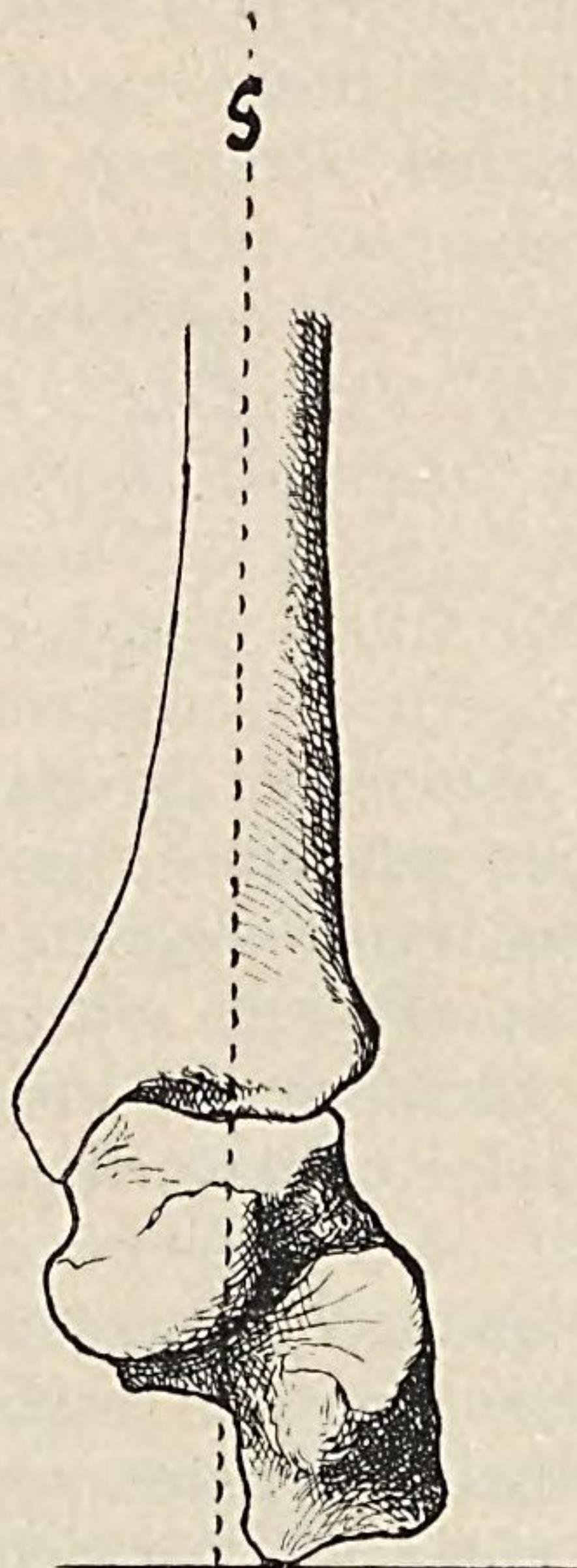


Fig. 34.

— das Körpergewicht auf immer dieselben Gelenktheile einwirken lässt, führen zu Veränderungen des Baues der Flächen, die den normalen Bewegungstypus allmählig umgestalten und beeinflussen in ungünstiger Weise auch das Wachsthum der Knochen.

Gewöhnlich beginnt die Deformirung der Gelenkfläche des Kalkaneus mit einer leichten Abdachung des konkaven hintern obern Randtheiles, welcher sich dann durch eine scharfe firstartige Kante gegen den vordern Theil der Fläche abgrenzt. Fig. 35.

Später wird die Grenze weniger deutlich, an Stelle der Kante tritt eine diffuse Erhebung des ganzen mittleren Theils der Fläche, Fig. 36, welche von der konkaven Krümmung zuweilen keine Spur mehr übrig lässt. In diesem Fall beschränkt sich auch die Bewegung



auf die Rotation um die eine Achse für die konvexe Krümmung. Bei fixirtem Talus hebt und senkt sich dann der Processus anterior calcanei zur Oeffnung und Schliessung des Sinus tarsi, die Rotation auf der verlornen Konkavität der Fläche aber ist nicht mehr möglich; die Supination des Kalkaneus als integrierender Bestandtheil der Bewegung desselben zur Oeffnung des Sinus tarsi tritt nicht mehr ein und der Processus ant. bleibt in seiner lateralen Stellung und begibt sich nicht medianwärts unter den Taluskopf. Desshalb behält auch der Fussrücken seine flache niedere Form bei.

Kontinuirlicher Druck von Seite der Körperlast an der einen Stelle bei fehlendem Ausgleich durch das Gelenkspiel innerhalb physiologischer Grenzen und intermittirender Druck an anderen

Stellen erzeugen die Veränderungen an den Gelenkflächen; ersterer durch Knorpel- und Knochenschwund, letzterer durch Verdickung und Neubildung.

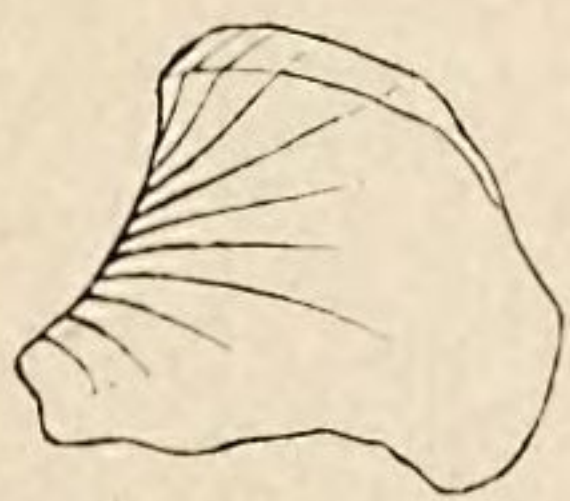


Fig. 35.

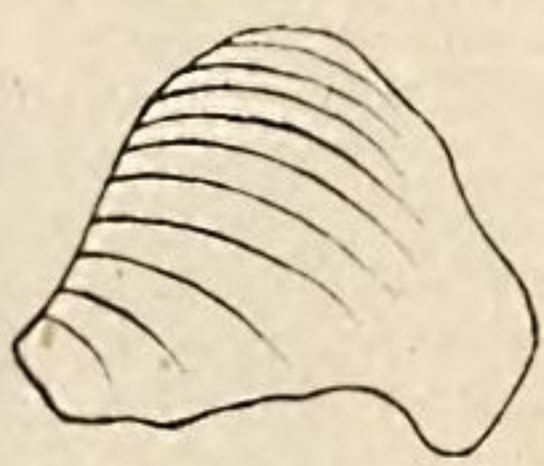


Fig. 36.

Insofern dieselben die seitliche Drehung des Kalkaneus erschweren, verzögern sie die Weiterentwicklung der Plattfussdeformirung. Andererseits würde die mit der Erfahrung übereinstimmende Thatsache sich daraus ergeben, dass besonders schwere Fälle von Plattfuss sich bei Füßen entwickeln, die in normalem Zustande waren, aber nun plötzlich in Folge von Gewalteinwirkung oder Muskel lähmung difform geworden sind.

Durch das Stehen des Fusses in einem Schuh mit Absatz wird die Gleichgewichtsstellung des Kalkaneus zunächst noch nicht alterirt, wenn er auch etwas lateralwärts verschoben ist. Auch wird er zum Theil entlastet, da in Folge der Neigung der Fusssohle nach vorn ein Theil der Schwerewirkung auf die Metatarsusköpfchen übergeht. Kommt aber ein an hohe Absätze gewöhnter und durch dieselben verdorbener Fuss wieder auf eine horizontale Fläche zu stehen, so wird die Gelenkstellung Fig. 32 in diejenige von Fig. 34 umgewandelt, indem der Talus zur Dorsalbeugung die kombinierte Pronation ausführt und der Kalkaneus, soweit er ihr folgen muss, dadurch in Valgusstellung geräth. Denn bei der veränderten Beschaffenheit der Gelenkflächen, welche die Zwangsläufigkeit der Bewegung auf denselben und damit auch die Fixirung von Gelenkstellungen beeinträchtigt, und bei der dauernden Verlängerung von Muskeln und Bändern tritt die kompensatorische Supination des Kalkaneus nicht mehr ein und könnte auch durch die Muskeln auf die Dauer nicht erhalten werden. Die Schwerlinie trifft jetzt medianwärts von den Fersenbeinhökern auf, so dass es sich für die Sohlenmuskeln nicht mehr um ein Aequilibriren des Kalkaneus handelt, sondern um eine während des Stehens andauernde Ueberwindung



des durch die Abweichung von der Schwerlinie für diese geschaffenen Drehungsmomentes, wozu der einfache Muskeltonus nicht mehr genügt.

Die Gewohnheit, die lästige und beengende Fussbekleidung, besonders wenn sie vom Schnee oder Regen durchnässt ist, mit bequemen trocknen Hausschuhen zu vertauschen, das Tragen solcher während des Stehens bei den verschiedensten körperlichen und geistigen Arbeiten, bringt die Meisten, welche Schuhe mit Absätzen tragen, täglich in die Lage, auch auf Schuhen ohne Absätze längere Zeit gehen und stehen zu müssen. Wenn dadurch schon während der ersten Zeit des Wachstums und der körperlichen Entwicklung die Difformität im hintern Fussabschnitt gefördert wird, so sind die Bedingungen dafür noch weit günstiger bei Solchen, die nach Absolvierung der Schule sich Berufsarten zuwenden, bei denen tagelanges Gehen und besonders Stehen auf absatzlosen Schuhen üblich ist. Zwar können die Sohlenmuskeln durch willkürliche Kontraktion der Wirkung der Körperschwere einige Zeit Widerstand leisten; doch dauert dies nicht lang und wenn sie nicht Zeit finden, sich zwischendurch zu erholen, so ermüden sie und geben nach. Die im jugendlichen Alter in Folge der grossen elastischen Nachgiebigkeit aller Gewebe vorhandene Toleranz lässt es unmerklich für den Betreffenden geschehen, dass Muskeln und Bänder sich allmählig verlängern und der Kalkaneus eine immer stärkere Valgusstellung einnimmt. Der Sinus tarsi schliesst sich und die laterale Taluskante kommt auf den Fersenbeinhals aufzustehen, wo sie durch Druck das Gefühl des Unbehagens und Schmerzes erzeugt. Zwar schützt die hohe Elastizität vor sofortigen nachtheiligen Folgen der Zerrung und Pressung der Knochen und Weichtheile; sobald der Fuss beim Sitzen oder Liegen wieder zur Ruhe kommt, erholt er sich vollständig. Allein die fortschreitende Deformirung macht den Zustand während des Stehens immer weniger erträglich und zur Bekämpfung desselben treten jetzt die langen Muskeln des Unterschenkels in Aktion. Der Tibialis posticus zieht den ganzen ringförmigen Knochenkomplex vor dem Kopf des Talus über jenen hinweg nach innen, ihm folgt der Kalkaneus, indem er den Sinus tarsi wieder öffnet und dem Druck der Taluskante ausweichend, sich nach unten und medianwärts dreht. Dadurch gelangt er wieder in den Bereich der Schwerlinie, so dass das Gelenk annähernd die Stellung, Fig. 33, erreicht. Der Tibialis anticus unterstützt den T. posticus durch seinen supinirenden Effekt auf den Vorderfuss, indess der Peroneus longus den Grosszehenballen kräftig senkt (Duchenne) und dadurch in Uebereinstimmung mit der Wirkung der beiden Tibiales dem ganzen Fuss wieder eine mehr supinirte Stellung ertheilt. Die Gleichheit des Effektes dieser Muskeln gestattet ihnen, abwechselnd und sich gegenseitig ablösend in Funktion zu treten und durch Verschiebung der Schwerlinie das Stehen zu erleichtern. Daher



die fortwährende Unruhe in den Beinen und schliesslich im ganzen Körper, der sich bald auf den rechten, bald auf den linken Fuss stützt und sein Gewicht abwechselnd vom vordern oder hintern Fussbezirk aufnehmen lässt. Die Hauptursache dieser Unruhe liegt aber darin, dass der Fuss eben jetzt vorwiegend vom äussern Gewölbe getragen wird, welches für sich allein der Körperlast nicht gewachsen ist und unter ihr nun Schaden leidet. Indem der Gegen-  
druck des Bodens sein vorderes schwächeres Ende unter supinatorischer Drehung nach aussen und oben reflektirt, wird es flach gelegt.

Die Senkung des äussern Fussgewölbes verändert aber auch die Stellung des Kalkaneus. Sein Processus anterior neigt sich auf die Bodenfläche herab, bis er in seiner ganzen Länge auf ihr aufliegt. Er macht somit eine Plantarflexionsbewegung, aber nicht am Talus im Talokalkanealgelenk, sondern mit dem Talus zugleich im obern Sprunggelenk. Mit der Flexion vereinigt sich hier aber auch Supination und Medianwärtsdrehung des Kopfes des Talus und der Kalkaneus muss auch diese beiden Bewegungen mitmachen, so dass ihn schon der blosse Gelenkmechanismus aus seiner Valgität heraus in eine mehr der vertikalen Gleichgewichtstellung sich annähernde Haltung zu bringen sucht. Da dies aber nur ganz allmählig und in dem Maasse geschieht, in welchem das äussere Fussgewölbe flach gelegt wird, indess der beständige Einfluss der Körperlast auf die einmal bestehende Valgität den Erfolg immer wieder rückgängig macht, so nimmt letztere stetig zu und ist schliesslich auch durch hohe Absätze nicht mehr vollständig zu korrigiren.

Der in Streckstellung von enganliegendem Schuhwerk mit festschliessenden hohen Schäften umgebene Fuss kann sich weder in sich selbst, noch gegen den Unterschenkel genügend bewegen, und die Muskeln, welchen die Erhaltung seiner normalen Form obliegen sollte, werden in ihrer Funktion gehemmt, so dass die Geh- und anderen körperlichen Bewegungen sie nicht mehr in der erforderlichen Weise zu üben und zu kräftigen im Stande sind. Der Fuss verliert immer mehr seinen innern Halt und der Schuster sucht durch immer engere Schuhe nachzuhelfen, deren Gewölbetheil er desto höher baut, je mehr das Fussgewölbe bereits abgeflacht ist. Die Weichtheile der Sohle, Nerven, Muskeln, Sehnen u. s. w. werden von unten her gedrückt, schmerzhaft und dadurch noch mehr insuffizient, als sie es ohnedies schon waren. Der Fuss verlängert sich in Folge Abflachung bei jedem Schritt und hiedurch, sowie durch das Wachsthum, mit dem die Neubeschaffung der Schuhe selten gleichen Schritt hält, werden diese zu kurz, was um so leichter geschieht, wenn die Sohlenform spitz ausläuft und das Oberleder sparsam bemessen ist. Die Zehen gerathen in starke passive Beugung, die Sohlenmuskeln, resp. deren Sehnen werden in Folge dessen



relativ zu lang, daher vollständig entspannt und damit auch für den noch vorhandenen Rest ihrer Aufgabe untauglich. Sie sind nun nicht mehr im Stande, die pronatorische Gleichgewichtsstellung der Knochen des vordern innern Fussabschnittes zu behaupten; die Mittelfussknochen werden durch den Gegendruck des Bodens, besonders beim Abstossen während des Gehens, vom innern Fussrand her supinirt, verlieren ihre Neigung nach vorn und wenden sich medianwärts; ihnen folgen die Knochen der Fusswurzel; der Fuss wird breiter, flacher und länger und indem er unter der Belastung beim Auftreten beständig seine Form und Grösse wechselt, passt er immer weniger in den Schuh. Durch Druck und Reibung entstehen schmerzhafteste Stellen, welche sich, da der Fuss mit Vorliebe auf dem äussern Rand steht, fast immer auf der äussern Seite, an den kleinen Zehen, an der Ferse, besonders aber am ehemaligen äussern Gewölbebogen befinden, der vollständig abgeflacht jetzt auf die starke Gewölbeform des Schuhs aufzuliegen kommt. Auf der Gegend der Gelenkverbindung des *Processus anterior calcanei* mit dem *Os cuboideum*, welche normalerweise hohl liegt, lastet nun der ganze Antheil des Körpergewichtes, den sonst die gesamte Fusssohle zu tragen hätte. Die hier liegende Sehnenscheide für den *Peroneus longus* wird durch den starken Druck in einen Zustand entzündlicher Reizung versetzt; die Funktion des Muskels wird hiedurch gestört und die Energie, mit welcher er unter Torsion des Vorderfusses den Grosszehenballen nach unten zieht, erheblich vermindert oder ganz aufgehoben. Zur relativen Insuffizienz der Sohlenmuskeln gesellt sich die absolute Insuffizienz des *Peroneus longus*, so dass der supinirende Gegendruck von Seite des Bodens auf den vordern innern Fussabschnitt diesen nun ganz ungehindert detorquieren und so auch das innere Fussgewölbe von vorn her abplatteln kann.

Bedenkt man, in welcher Weise ein Fuss mit flachem und nach aussen konvex ausgebogenem äusserm Rand von einem Schuh mit stark gewölbtem, nach aussen konkav geformten Gelenktheil durch Druck misshandelt wird, so wird man es begreiflich finden, dass eine mehr weniger lang dauernde Funktionsstörung des *Peroneus longus* mit ihren Folgen der Anfangsperiode der meisten Plattfussbildungen eigen ist.

Wenn nun Duchenne<sup>1)</sup> die Ursache für die Entstehung des Plattfusses in fast allen Fällen in einer Schwäche oder Lähmung des *Peroneus longus*, deren Grund er jedoch nicht anzugeben vermag, zu finden glaubt, so werden wir an die eben geschilderte, aus dem Kampfe des bereits valgusartig deformirten Fusses mit der Fussbekleidung hervorgegangene Funktionsstörung des *Peroneus*

1) Duchenne de Boulogne, De la crampe du pied ou de l'impotence fonctionnelle du long péronier etc. L'union méd., 1868, S. 599.



longus denken müssen. Denn die isolirte Lähmung desselben aus anderen Ursachen könnte wegen ihrer Seltenheit nicht als gewöhnliche Veranlassung zu der so sehr häufigen Plattfussdeformirung angesprochen werden, um so weniger, als bei intakter Leistungsfähigkeit der kurzen Sohlenmuskeln ein deformirender Effekt der Lähmung wohl nicht so leicht sich einstellen dürfte.

In den wenigen Fällen, in denen sie als primäre Erscheinung nach Duchenne vorhanden ist, dürfte sie auch nicht zur eigentlichen Plattfussdeformirung führen, sondern nur zu vorübergehender Abflachung der inneren Fusswölbung, bei der das Talokalkanealgelenk, auf dessen Verhalten es hier wesentlich ankommt, seine für die Erhaltung des Gewölbebaues so wichtigen Eigenschaften nicht dauernd einbüsst.

Die mit der Lähmung des Peroneus longus eintretende Detorsion des vorderen Fussabschnittes hat zur Folge, dass der Fuss, wenn er mit seiner ganzen Sohlenfläche den Boden berühren soll, im Talokalkanealgelenk pronirt wird, wobei der Kalkaneus an der Talusfläche zum Schluss des Sinus tarsi hinaufgleitet. Die Belastung dieser für das Stehen abnormen Gelenkstellung mit dem Körpergewicht erträgt aber ein normales Gelenk nicht sofort in derselben toleranten Weise wie ein allmählig plattfussartig deformirtes, es kommt rasch zu empfindlichen Beschwerden, die den Gebrauch des Fusses unmöglich machen und damit die Deformirung des Gelenks verhüten. Aus diesem Grunde hatte wohl auch Duchenne nach Beseitigung der Lähmung vollständige Heilung der Plattfussform erzielt, ein Erfolg, welcher bei der Plattfussbildung, die im hinteren Fussabschnitt einzusetzen pflegt, leider nicht auf so einfache Art erreicht werden kann.

Gestehen wir also mit Duchenne der Funktionsstörung des Peroneus longus bei der Plattfussbildung in den meisten Fällen eine Rolle zu, so muss dies mit der Einschränkung geschehen, dass sie nicht die ganze Plattfussdeformirung verschuldet, sondern nur die Detorsion des vorderen Fussabschnittes, indess der erste und wichtigste Vorgang der Deformirung, die Detorsion des hinteren Fussabschnittes als Folge anderer Ursachen ihr vorhergeht. Sie kann daher für gewöhnlich weder primäre noch alleinige Veranlassung zur Plattfussbildung sein. Wie ich oben ausgeführt habe, ist ja auch die Erhaltung der normalen Fussform in erster Linie den kurzen Muskeln der Fusssohle anvertraut. Erst wenn diese für das Stehen insuffizient werden, greifen die langen Muskeln helfend ein und unter ihnen auch der Peroneus longus im Duchenne'schen Sinn dadurch, dass er den Grosszehenballen senkt, in Folge dessen sich der Vorderfuss sammt dem Kalkaneus in Supinationsstellung gegen den Talus dreht. Wird dann auch er durch Druck insuffizient, dann schreitet freilich die Deformirung rasch weiter und es macht den Eindruck, als hätte



die Funktionsstörung des *Proneus longus* das Uebel, welches er im Weiterschreiten nicht mehr aufzuhalten vermag, eben erst hervor gebracht.

Werden die Klagen der jugendlichen Patienten berücksichtigt, wird der Fuss geschont und mit besser passender Bekleidung versehen, die keinen Druck mehr auf die empfindliche Stelle seines äussern Randes ausübt, so gleicht sich die Funktionsstörung des *Peroneus longus* gewöhnlich bald wieder aus und hinterlässt keine merklichen Folgen; es tritt wieder der Zustand ein, der vor derselben vorhanden war.

In der grossen Mehrzahl der Fälle aber werden den jungen Leuten ihre Klagen, theils aus Unkenntniss der Gefahr, theils aus Sparsamkeitsgründen übel aufgenommen und für allzugrosse Empfindlichkeit ausgelegt und sie sind genöthigt, sich selbst zu helfen. Dies thun sie nun wieder auf Kosten ihres Fussbaues, indem sie sich angewöhnen, zur Entlastung des äussern hintern Fussrandes das Körpergewicht fast ganz auf den vordern innern Fussabschnitt zu verlegen, der hiedurch rasch detorquirt wird, so dass auch das innere Fussgewölbe alsbald in seiner ganzen Länge flach auf den Boden zu liegen kommt.

Je nach äussern Umständen und eigenem Bemühen kann ein solcher Fuss einen hohen Grad von Beweglichkeit bewahren; er kann der normalen Form durch willkürliche Muskelkontraktion so sehr genähert, so hohl gemacht und verkürzt werden, dass man ihn als gelenkweit bezeichnen muss. Ich habe Füße von Erwachsenen gesehen, deren Längendifferenz bei schlaffem plattem Aufstehen und bei forçirter Wölbung durch Zusammenziehung der Muskeln zwei bis drei Centimeter betrug. Die Muskeln waren dabei immer sehr kräftig entwickelt und die Füße beim Gehen und andern Körperbewegungen, falls sie nicht durch ihre Bekleidung behindert wurden, sehr leistungsfähig. Während aber ein normaler, in den Gelenken äquilibrirter Fuss mehrere Stunden ununterbrochen stehen kann, ohne im Geringsten zu ermüden, ertragen solche Füße das ruhige Stehen, bei welchem ihre Muskeln das Körpergewicht beständig unter sich zirkuliren lassen müssen, nicht mit derselben Ausdauer und sind ausserdem den Schwankungen der Energie des Gesamtmuskel- und Nervenlebens ausgesetzt. Ist der Besitzer derartiger Füße in der Lage, die Schädlichkeiten, unter denen langdauerndes und häufiges Stehen und Erkältung der Fusssohlen eine Hauptrolle spielen, von sich ferne zu halten, so ist die Gefahr des Weiterschreitens der Deformirung eine nur geringe.

Der Begriff »Erkältung« ist hier genau definirbar. Einem jeden ist die Wirkung der Kälte auf seine Hand aus der Erfahrung bekannt. Hand und Finger verlieren mehr und mehr die Fähigkeit zu den ihnen sonst geläufigen Fertigkeiten, ihre Bewegungen gehen langsam,



unsicher und träge vor sich, die Muskelexcitabilität ist herabgesetzt. Wie bei der Hand, so verhält es sich auch beim Fuss. Durch langes Stehen auf kaltem Boden sinkt die Temperatur der Fusssohle so tief, dass die Sohlenmuskeln ihre Funktionstüchtigkeit während dieser Zeit mehr oder weniger einbüßen und auf Dehnung in Folge des Druckes der Körperlast auf das Fussgewölbe schwach oder gar nicht mehr durch Kontraktion reagiren. Der Wirkung der Körperschwere leisten dann nur noch die plantaren Bänder und die Plantaraponeurose Widerstand, und in dem Maasse, als dieselben durch Verlängerung insufficient werden, endlich die Knochenhemmungen durch Anstossen der dorsalen Kanten und Gelenkränder. Letzteres führt aber bald zu der als »schmerzhafter« oder »kontrakter statischer Plattfuss« bekannten Erkrankungsform.

Weniger beweglich, als die soeben als gelenkweit bezeichneten Füße sind diejenigen, welche unter ungünstigeren Umständen platt wurden; die häufig und lang und vielleicht auf deformirten, krumm getretenen Schuhen mit einwärts abgetretenen Absätzen, gehen und stehen mussten, deren Muskeln aus Nachlässigkeit oder Schwäche und Ermüdung die Gelenkbahnen für die Rückkehr der Knochen zur Normalstellung nicht genügend offen hielten. Die Exkursionsweite der Gelenke ist reduzirt und nach der Grenze der Deformirung hin dauernd verschoben. Bänder und Muskeln haben sich derselben adaptirt und auch das Wachsthum der Knochen wurde im Sinne der Verbildung beeinflusst. Sie haben denn auch ihre Leistungsfähigkeit in höherem Grade eingebüsst und die Neigung zur Weiterentwicklung der Plattfussdifformität ist bei ihnen eine grössere.

## § 18.

Innerhalb der Breite zwischen einem wirklich normalen und dem bis zu dem geschilderten Grade deformirten Fuss gibt es selbstverständlich unzählige Zwischenstufen der Verbildung und diese können je nach den obwaltenden äussern Umständen wie nach den in den betheiligten Organen befindlichen Faktoren auf jedem Stadium ihrer Entwicklung Halt machen. Die frühesten Formen mit eben beginnender Valgität des Kalkaneus werden gewöhnlich noch zu den normalen Füßen gerechnet, während die späteren weiter gediehenen als sogenannte »platte Füße« bezeichnet werden. Sie sollten die Funktionstüchtigkeit in keiner Weise beeinträchtigen und nicht mehr als jeder normale Fuss zu Plattfuss disponiren, von diesem aber durchaus verschieden sein und meist auf Rasseneigenthümlichkeit beruhen.

In Wirklichkeit sind sie jedoch Plattfüsse. Denn so unzweifelhaft die Füße der Menschen ebenso verschiedene Formen innerhalb normaler Grenzen aufweisen, wie alle andern Körpertheile und die



Gesamtkörper selbst, so ist auch nicht zu läugnen, dass ein platter Fuss nicht mehr normal ist, dass bei ihm schon die charakteristische Verschiebung im Fussgelenk stattgefunden hat, welche in Rotation der Talusrolle unter der Tibia hervor und damit des Taluskopfes nach unten, daher Tieferlegung des innern Gewölbescheitels, und in entsprechend starker Rotation des Kalkaneus in Valgusstellung unter Zurückweichen desselben nach hinten und damit Verlängerung des Fusses, seiner Bänder und Muskeln besteht. Der Sinus tarsi ist nahezu oder ganz geschlossen und der äussere Knöchel überragt nicht mehr die entsprechende Stelle der Kontur des äussern Fussrandes, sondern weicht von ihr nach innen ab. Auf den Flächen des Talo-Kalkanealgelenks haben sich die früher beschriebenen Veränderungen gebildet, das Gelenk ist für die typische Kombination der drei Rotationen nicht mehr zwangsläufig und wenn der Kalkaneus durch Senkung des Processus anterior den Sinus tarsi öffnet, so bleibt jener lateralwärts neben dem Taluskopf und daher der Rist breiter und im senkrechten Durchmesser kleiner als beim normalen Fuss. Mit der bleibenden Pronationsstellung des Kalkaneus ist aber auch ausserdem die Torsion des vordern innern Fussabschnittes wie des gesammten Vorderfusses gegen das hintere Fussende theilweise verloren gegangen und bis zu einem gewissen Grade der Zustand des Neonatenfusses wieder herbeigeführt.

Wenn man den sogenannten platten Fuss wegen seiner Häufigkeit bei Juden und Negern als Rasseneigenthümlichkeit anspricht, so muss man bedenken, dass die nervöse Unruhe und die Wissbegierde der Juden sie von frühester Jugend an zu häufigem und langem Stehen veranlassen, dem in Rücksicht auf die schädliche Einwirkung der Fussbekleidung die Ausdauer ihrer Muskeln nicht immer gewachsen ist. Wenn sich in Folge dessen die allgemein so häufigen ersten Anfänge der Plattfussbildung bei ihnen zu etwas weiter vorgeschrittenen Stadien ausbilden, so sorgt auf der andern Seite wieder die hohe Sensibilität, vermöge welcher sie schon leichtere Störungen und Beschwerden intensiver empfinden, dafür, dass sie sich der ferneren Einwirkung der schädlichen Ursachen erwehren, und da sie durchschnittlich eher in der Lage sind, dies mit Erfolg zu thun, so kommen auch bei ihnen die schwereren, bis jetzt als eigentliche Plattfussdeformirungen bezeichneten Formen nicht häufiger vor als bei anderen Rassen.

Was ferner die Negerfüsse anbelangt, so dürften sie mit den Plattfüssen unserer Landbewohner zu vergleichen sein, und wie diese dadurch veranlasst werden, dass die noch im Wachsthum begriffenen Beine mit dem Körpergewicht und andern Lasten beschwert, übermässigen, täglich wiederkehrenden und langdauernden Anstrengungen und Ermüdungen ausgesetzt sind, dazu häufig auf nassem kaltem und unebenem Boden, welcher in gleicher Weise wie unpassende



Fussbekleidung die Fussgelenke in Stellungen hineinzwängt, die für Belastung nicht geeignet sind. Die dem jugendlichen Alter eigene Dehnbarkeit der Gewebe und das in der Richtung der Plattfussdeformierung beeinflusste Knochenwachsthum führen unmerklich zur völligen Detorsion und Abplattung des Fusses; allein die Muskeln entwickeln sich nebenbei derart kräftig und ihre Innervation ist bei der im Allgemeinen gesunden und einfachen Lebensweise meist so gleichmässig gut, dass die Verbildung nicht leicht weiterschreitet, sobald einmal die Sohle flach auf dem Boden liegt. Sie verhindern besonders die Zunahme der Reflexion, wie Henke die über normale Grenzen hinaus gehende dorsale Beugung der Fussknochen gegeneinander nennt und welche zu den höheren Formen führt.

Andererseits bilden kräftig entwickelte Muskeln vereint mit einem guten Fettpolster eine mächtige elastische Unterlage, die der Sohle zwar eine nach unten konvexe Form, jedoch aber auch allen gegen Druck empfindlichen Theilen so viel Schutz verleiht, dass ein solcher Fuss in der Regel einen hohen Grad von Leistungsfähigkeit besitzt. Beständig nackt und den Witterungseinflüssen ausgesetzt, wird er ausserdem so abgehärtet, dass Erkältungen desselben mit ihren Folgen wenig zu fürchten sind, und wenn er nicht in Schuhe hineingesteckt wird, so stört er weder die Berufsthätigkeit, noch das Wohlbefinden seines Besitzers.

Anders verhält sich der Valgusfuss der Stadtbewohner, der in Folge beständigen Tragens von Fussbekleidung verweichlicht, gegen Temperatureinflüsse empfindlich und dessen Muskulatur durch eng anschliessendes Schuhwerk in der Entwicklung und Kräftigung gehemmt ist, ja häufig gerade während der Wachstumsperiode beim männlichen Geschlecht durch Unmässigkeit im Rauchen, Trinken und anderen erlaubten und unerlaubten Genüssen, beim weiblichen in Folge anämischer, chlorotischer, oft mit dem Eintritt der Menstruation zusammenhängender Zustände höchst mangelhaft innervirt wird. Bei ihm findet die formzerstörende Wirkung der Körperschwere in verschieden langen, sich wiederholenden Zeiträumen, während welcher er zu anhaltendem Stehen und Gehen, vielleicht noch unter besonderer Belastung und dem oben geschilderten nachtheiligen Einfluss der Kälte gezwungen wird, nur noch eine Hemmung im Widerstand der plantaren Bänder und der Plantarfascie. Je mehr und je schneller diese aber nachgeben, desto leichter entstehen durch das Aufeinanderpressen der dorsalen Gelenkränder und durch Anstemmen von Knochenkanten jene krankhaften Veränderungen, welche Lorenz<sup>1)</sup> auf traumatische Reizung des Periosts an den entsprechenden Stellen zurückführt, als deren Endprodukt er die Knochenkämme und

---

1) A. Lorenz, Die Lehre vom erworbenen Plattfuss. Stuttgart 1889. Verl. v. F. Encke.



Osteophyten-Bildungen betrachtet, welche dann nach ihm die Weiterentwicklung der Deformirung hemmen, indem sie die Stellungen der Knochen gegeneinander fixiren. Die traumatische Reizung führt auf reflektorischem Wege (Volkmann) zum statischen kontrakten Plattfuss, d. h. zur spastischen Kontraktur eines Theiles oder der gesamten Muskulatur des Unterschenkels und Fusses und hat nach Roser, Hüter, Koenig u. A. dieselbe Bedeutung wie die Kontrakturen bei Gelenkentzündungen, nur dass eben hier nach Lorenz die Entzündung nicht die Gelenke, sondern das Periost an den entsprechenden Stellen betrifft.

Diesen auf Periostitis beruhenden Muskelkontrakturen gehen jedoch ohne Zweifel in den meisten Fällen Zustände von Funktionschwäche besonders der Sohlenmuskeln vorher, welche Folge der durch zu rasche und gewaltsame Dehnung der plantaren Bänder entstandenen Zerrungen und kleinen Zerreißungen und der daraus hervorgehenden leichteren Reizung dieser Gewebe sind. Wir kennen Alle die oft lang andauernde Kraftlosigkeit nach Zerrungen von Gelenkbändern bei Bewegungen, die uns in Bezug auf die Grösse des Gelenkexkurses oder dessen Richtung ungewohnt waren und machen diese Erfahrung um so häufiger, je mehr unsere Gewebe mit vorschreitendem Alter ihre jugendliche Dehnbarkeit verlieren. Wenn wir gelegentlich einmal reiten, Schlittschuhe laufen, mit grossen Schritten gehen, so ist unser Gang des anderen Tages schwerfällig, wir können nicht so schnell und mit derselben Ausdauer gehen, wie sonst, die Bewegungen sind nicht so gemessen und gehen unter zu grossen Exkursionen vor sich, weil die Muskelfunktion in Folge der Bänderzerrung herabgesetzt ist. Analoge Beobachtungen machen wir auch an anderen Gelenken, an den Schulter- und besonders an den Handgelenken nach Fecht- und anderen Uebungen, die wir nach jahrelanger Unterbrechung wieder zum ersten Mal versuchen, und wobei durch das Gewicht und die Schwungkraft der Waffe oder anderer Instrumente, deren wir uns dabei bedienen, eine forcirte Bänderdehnung stattfindet.

So führt also die Insuffizienz der Fussmuskeln zur Bänderzerrung und diese wirkt wieder auf erstere zurück, indem sie den Grad derselben noch erhöht.

Die wesentliche Rolle, welche die Muskeln schon gleich von vornherein bei der Entstehung des kontrakten statischen Plattfusses spielen, macht es begreiflich, dass diese Affektion schon in den frühesten Stadien der Plattfussbildung auftreten kann, überhaupt von dem Zeitpunkt an, wo mit der eingetretenen Valgität des Kalkaneus die Muskeln aufgehört haben, während des aufrechten Stehens bloß äquilibrirend auf das Fuss skelett zu wirken.

Kräftig entwickelte, dauernd gut innervirte und dem Einfluss der Kälte weniger zugängliche Muskeln kommen denn auch nicht



nur dem intakten, sondern ganz besonders dem bereits in der Plattfussbildung begriffenen Fuss zu Statten, da sie im Stande sind, die Weiterentwicklung derselben zu verzögern, oder nach Erreichung gewisser Stadien (flaches Aufliegen des ehemaligen Gewölbes beim Stehen) zum Stillstand zu bringen und so zu verhindern, dass der Deformierungsprozess zu höheren Graden fortschreitet oder zu rasch vor sich geht, wodurch eben der kontrakte statische Plattfuss erzeugt wird.

Für diesen hatten J. Guérin, welcher in Frankreich zuerst die Theorie der Bändererschaffung als Ursache für die Plattfussbildung eingeführt hatte und Bonnet (de Lyon) die Bezeichnung »valgus pied-plat douloureux« gewählt. Die Erschlaffung der Bänder ist nach ihnen das Primäre, die Muskelkontraktur sekundär.

Gosselin<sup>1)</sup> acceptirte diese Bezeichnung nicht, weil nicht immer Valgität bei der schmerzhaften Muskelkontraktur vorhanden sei, die Affektion im Gegentheil bei Hohlfuss häufiger vorkomme als bei Plattfuss. Ursachen seien zuweilen Rheumatismus, häufig Verstauchung und noch häufiger Ermüdung des in starkem Wachsthum begriffenen Fusses, nach langem Stehen, langen Märschen, anstrengenden Arbeiten, wie Frottiren der Zimmer etc. Die Section bei einem an Cholera gestorbenen, wegen hochgradigen kontrakten Plattfusses in die Klinik aufgenommenen 19jährigen Dienstmädchen zeigte Knorpelschwund an denjenigen Stellen, die bei Plattfuss ausser Gelenkverkehr stehen; das spongiöse Gewebe darunter war 6 mm tief merklich injiziert, die Synovialis und die Ligamente aber normal. Gosselin hielt diesen Befund für das Resultat einer Arthritis sicca und erklärte nun den schmerzhaften Valgus für eine leichte Ostitis mit Ulceration des Knorpelüberzuges des Talus und Kalkaneus, die sekundär zu Muskelkontraktur führe, welche den Zweck habe, zu immobilisiren. Da er die Knochen mitaffizirt glaubte, so nannte er die Affektion nicht Arthrite tarsienne, sondern Tarsalgie des adolescents.

Dagegen wandte sich nun wieder Guérin<sup>2)</sup> und später Duplay<sup>3)</sup>, Dubreueil<sup>4)</sup> u. A. und machten geltend, dass die Symptome bei schmerzhaftem Valgus intermittiren, dass die Affektion nur bei Valgus, nicht bei Varus vorkomme, dass sie immer gutartig sei, nie zu Eiterung, Caries u. s. w. führe; dass keine Geschwulst wie bei anderen Algieen entstehe; dass die Arthritis mehr das reifere

1) Gosselin, Tarsalgie des adolescents; lésions anatomiq. de cette maladie. Bullet. de l'académ. de méd. 1865—6, S. 144.

2) J. Guérin, Observations sur le pied plat douloureux. Gazette médic. de Paris 1865. 3. XX. S. 697—99.

3) Duplay, Du pied plat valgus douloureux des adolescents. Gaz. des hopit. 1879. S. 932—4.

4) Dubreueil, Du pied plat valg. doul. et de la tarsalgie. Gazette médic. 1879. S. 478.



Alter als die Jugend befallt und dass der schmerzhaft Valgus nach der Heilung unter dem Einfluss der bekannten Schädlichkeiten wiederkehre.

Dubreueil bekämpft ausserdem die Theorie von Guérin, wonach die Bändererschaffung die primäre, die Muskelkontraktur die sekundäre Erscheinung sei, da die Kontraktur des Peroneus longus keinen Plattfuss, sondern einen Hohlfuss erzeuge, und entscheidet sich mit Duplay u. A. für die Theorie Duchenne's, welche zur Zeit in Frankreich fast allgemeine Geltung besitzt, und bei der man nur bedauert, keinen Grund für die so häufige Affektion des Peroneus longus zu kennen.

In England hat sich in neuester Zeit A. Ogston<sup>1)</sup> zu Gunsten einer Erschlaffung sämtlicher beteiligten Gelenke, wesentlich aber der inneren Hälfte des Chopart'schen Gelenkes als Ursache der Plattfussbildung ausgesprochen. Die in Folge dieser Erschlaffung eintretende Flachlegung des Gewölbes betrachtet Ogston als das Primäre, alle weiteren Veränderungen, besonders die Valgität des hinteren Fussabschnittes dagegen als sekundär und nicht als wesentlich zum Plattfuss gehörig. Daher hält er die Bezeichnung »Pes planus« für zutreffender als die mit »Pes valgus«. Bei frischen, noch beweglichen Fällen könne durch einfache Manipulation mit den Händen an der inneren Seite des Chopart'schen Gelenkes der Plattfuss abwechselnd zum Verschwinden und Wiedererscheinen gebracht werden.

Wie wir aber weder bei Lorenz den Grund für die Insuffizienz des Stützapparates des äusseren Gewölbes, noch bei Duchenne diejenigen für die Funktionsstörung des Peroneus longus erfahren, so sagt uns auch Ogston nichts über die Ursache der Erschlaffung der inneren Hälfte des Chopart'schen Gelenkes.

## § 19.

Der Umstand, dass man zwischen plattem Fuss und Plattfuss unterschieden und in die Grenzen des Normalen jenen mit aufgenommen hat, erklärt zur Genüge, dass man über den Mechanismus der Entstehung des Plattfusses nicht ins Reine kommen kann. Theoretisch ist man darüber einig, dass sie mit der pathologisch gesteigerten Pronationslage im Talotarsalgelenk in engem Zusammenhang stehe, da diese bei Autopsieen immer vorhanden ist. In Praxi aber wird die Untersuchung des Mechanismus immer erst unternommen zu einer Zeit, wo der Fall schon entschieden, wo unter begünstigenden Einflüssen die Schwerkraft über die dem Fuss zur

---

4) A. Ogston, On flat-foot and its cure by operation. The Lancet, 1884, 26. Jan. S. 152—5.



Verfügung stehenden Gegenkräfte längst endgültig den Sieg davon getragen hat. Indem man die Festigung des Gefüges der Fusswurzel- und Mittelfussknochen im Anstemmen derselben gegeneinander und entsprechender Bänderspannung an den gegenüberliegenden Stellen sucht, und normalerweise den Talus beim Stehen auf der Kalkaneusfläche bis zur Knochenhemmung herabgleiten, seine laterale Kante auf dem Fersenbeinhals aufstehen lässt, findet man innerhalb der physiologischen Breite der Gelenkverschiebung keinen Platz mehr für einen gesetzmässigen Mechanismus der Entstehung der Difformität. Auch sieht man wohl ein, dass die Muskeln nicht im Stande sind, den auf solche Weise fixirten Bau unter allen Umständen zu erhalten, dass sie vielmehr, ebenso wie die Bänder, der deformirenden Wirkung der Körperschwere allmählich nachgeben müssen, sobald von dieser häufigere und grössere Ansprüche an dieselben gemacht werden. Kein Wunder, dass man bei Erklärung der Vorgänge, welche zur Plattfussbildung führen, die Muskeln immer weniger in Rechnung zieht, als wären sie für die Erhaltung des Gewölbebaues des Fusses von gar keiner Bedeutung; und dass man versucht hat, die Gleitfläche des Kalkaneus für den Talus bis tief in den Fersenbeinhals durch Ausmeisseln zu vergrössern, um die Entstehung der Difformität an diesem künstlichen Präparat experimentell zu untersuchen<sup>1)</sup>. Das Experiment ist nicht gelungen, da die künstliche Fläche keine typische Weiterbildung der natürlichen war. Die Deformirung nahm nur nach einer Richtung zu; die laterale Taluskante und mit ihr auch der Taluskopf sanken noch tiefer herab. Es sind aber, wie früher auseinandergesetzt wurde, noch zwei weitere Richtungen, entsprechend der Drehung um die drei Raumachsen, in welchen sich die Difformität schon ausgebildet hat, sobald es beim aufrechten Stehen auf horizontalem Boden zur Schliessung des Sinus tarsi gekommen ist. Der Kalkaneus hat sich in Valgusstellung begeben und der Taluskopf ausser der Senkung vorn abwärts sich auch medianwärts gedreht. Da die drei Raumachsen sich nicht schneiden, so musste die ganze Bewegung mit einer Verschiebung, einem Gleiten der Körper aneinander vor sich gehen, und so sehen wir, dass der Talus als Ganzes sich gegen den Kalkaneus nicht nur nach unten, sondern auch medianwärts verschoben hat.

In diesen drei Richtungen, denen auch der Muskel- und Bänderzug angepasst ist, verschieben sich auch ferner die Knochen aneinander, wenn die Schwere ihren zerstörenden Einfluss fortan in fast ungehinderter Weise zur Geltung bringen kann und unter allmählicher Bildung von Nearthrosen die höchsten Grade der Desorganisation des ursprünglichen Gewölbebaues sich ausbilden.

<sup>1)</sup> Dittel, Zeitschrift d. Gesellsch. d. Aerzte z. Wien. VIII. Jahrg. 1852. I. Bd. S. 403.



Wenn desshalb bei weit vorgeschrittenen Plattfussformen der Talus, dessen Kopf ganz auf den Boden herabgesunken, am Kalkaneus nach innen verschoben ist, so ist diese Verschiebung kein neu zum Mechanismus der Plattfussbildung hinzugekommenes Bewegungselement, wie Lorenz glaubt. Dieser Autor denkt sich den Bau des Fusses in der Weise, dass Kalkaneus, os cuboideum und die beiden äussern Mittelfussknochen einen äusseren Fussbogen bilden, welcher wegen der durch starke Bänder gesicherten (?), sehr festen und wenig beweglichen Gelenkverbindungen wesentlich zum Tragen bestimmt sei, und dass ein aus Talus, Kahnbein, den drei Keilbeinen und den drei innern Mittelfussknochen bestehender innerer Fussbogen, wegen seiner grösseren Beweglichkeit und reicheren Gliederung für Belastung nicht geeignet, mit seinem hintern Ende, dem Talus, auf dem hintern Stützknöchel des äussern Bogens, dem Kalkaneus, aufruhe. Von dem äussern Bogen, während er sich senkt, sollte der innere Bogen nach innen abgleiten. Da Lorenz den Kalkaneus mit dem übrigen Fuss am Talus um die Henke'sche schiefe Achse rotiren lässt, so konnte bei ihm für Fixirung der Stellung beider Knochen im Talokalkanealgelenk durch Muskeln nur der Tibialis posticus in Rechnung kommen. Indem er aber die Senkung seines äussern Fussbogens als primäre Erscheinung der Plattfussbildung ansieht, und der Tibialis posticus nach ihm keinen Einfluss auf den äussern Fussbogen haben kann, so blieb ihm kein einziger Muskel für die Sicherung des so wichtigen Gewölbebaues im hintern Fussabschnitt übrig. Lorenz ist denn auch der Ansicht, »dass die Feststellung der Knochenkomplexe des Fusses beim Stehen schon im normalen Zustand nicht durch Muskel-, sondern durch Knochenhemmung zu Stande komme und dass die bewegliche Verbindung seiner beiden Fussbögen in der *Articulatio talo-calcanea* im Moment der Belastung durch die bis zum Eintritt dieser Knochenhemmung ausgelöste Pronation zu einer fixen werde«. Bei Füßen aber, welche beim Stehen in dieser Weise fixirt werden und welche Lorenz als vollkommen normal bezeichnet, ist die Plattfussbildung, wie wir gesehen haben, schon fertig. Vor dem Einsinken der beiden Fussbögen bleibt keiner von ihnen verschont, wenn man ihm ohne künstliche Nachhilfe nur einigermaßen diejenige Leistung zumuthet, welche jeder wirklich normale Fuss in jedem Lebensalter ohne Schaden ertragen kann. Denn der Kalkaneus kann nicht mehr durch die Muskeln äquilibrirt werden, er ist bereits in Valgusstellung, und da das Körpergewicht beim Stehen diese zu vermehren strebt, so übt er einen beständigen Zug auf die Muskeln, die endlich ermüden und nachgeben und ebenso nach ihnen die Bänder. Das hintere Ende des Lorenz'schen äussern Fussbogens ist somit bereits defekt, indess das vordere zu schwach gebaut ist, um das Körpergewicht, welches eben bei solchen Füßen aus früher angegebenen Gründen



fast allein noch von diesem äussern Fussbogen übernommen wird, zu tragen. Derselbe wäre auch bei völlig normalem Fuss der beständigen Belastung durch den Körper nicht gewachsen; denn dafür ist weder der innere noch der äussere Fussrand, sondern ausschliesslich der gesammte Metatarsus, wie er beim Aufstützen auf alle fünf Mittelfussköpfchen zur Verwendung kommt, geeignet. Wenn Lorenz den Grund für die Senkung des äussern Fussbogens in einer Insuffizienz seines gesammten Stützapparates, der Muskeln, Bänder etc. findet, so ist eine solche Insuffizienz einem normalen, fortwährend auf seinem äusseren Rand stehenden Fuss ebensogut eigen, wie einem bereits valgusartig deformirten. Der Grund ist also nicht in der Beschaffenheit des Apparates, sondern in der abnormen Benützung desselben zu suchen und diese ist Folge der vorausgegangenen Störungen im Talokalkanealgelenk.

In dem Maasse, als sich der Valgusfuss auf seinen äussern Rand wälzt, entfernt sich das os naviculare, resp. der innere Fussrand vom Boden nach oben, so dass der innere Fussbogen noch vorhanden sein kann, wenn der äussere schon flach gedrückt ist, eine Thatsache, die Lorenz übersehen hat, wenn er sagt, dass, wenn der äussere Rand abgeflacht sei, es auch keinen innern Fussbogen mehr gebe, weil in Folge der straffen kurzen Bandverbindung zwischen Processus anterior calcanei und os naviculare auch dieses den Boden berühren müsse, wenn jener auf ihm aufliege.

Während also Duchenne den Beginn des Leidens auf den innern Rand des vordern Fussabschnittes verlegt, fällt er nach Lorenz auf den äussern Rand, und insoferne in der That die Flachlegung des letztern beim gewöhnlichen Verlauf der Plattfussbildung derjenigen des innern vorausgeht, ist die Auffassung von Lorenz als ein Fortschritt zu bezeichnen. Allein der Beginn der Deformirung liegt, wie wir gesehen, noch weiter zurück und die primäre Erscheinung ist im untern Sprunggelenk und nicht am äussern Fussrand zu suchen.

Mit der Senkung seines äussern Fussbogens lässt Lorenz die amphiarthrotischen Verschiebungen unter Abgleiten des innern Bogens vom äussern nach innen eintreten und steht damit sofort vor Plattfüssen, die bereits weit in der Entwicklung fortgeschritten sind.

An der Hand einer sorgfältigen Untersuchung von Plattfüssen verschiedener Stadien sucht Lorenz aus den fortschreitenden pathologisch-anatomischen Veränderungen an den Gelenken, Bändern und dem Stellungswechsel der Knochen die Richtigkeit seiner Auffassung vom Plattfussmechanismus zu prüfen, findet jedoch in mehreren wesentlichen Punkten keine oder nur theilweise Bestätigung derselben.

Der Henke'schen Theorie gemäss, nach welcher das Talotarsalgelenk ein Rotationsgelenk mit Drehung um nur eine, die schiefe



sogen. Astragalusachse ist, läuft diese letztere durch den Talus und theilt denselben in eine mediale und eine laterale Parthie. Bei der Drehung um diese Achse müssten sich nun die beiden Theile umgekehrt verhalten, der eine sich erheben, wenn sich der andere senkt und vorwärts gehen, wenn der andere sich nach hinten dreht und umgekehrt. Dementsprechend würde sich die Gelenksfläche des Talus für das Sustentaculum tali nach hinten und oben bewegen, wenn sich die Spitze der lateralen Taluskante nach vorn abwärts dreht. Obgleich nun diese Drehung der Taluskante nach vorn unten bei den untersuchten Plattfussstadien vorhanden war, so lag doch die Fläche am Talushals nicht hinter dem obern Ende der Sustentaculumfläche, sondern im Gegentheil vor und unter derselben.

Wenn ferner das allmähliche Vorschreiten des Defektwerdens und endlichen Schwindens des Knorpelüberzuges an den ausser Kontakt gerathenen Stellen der Gelenkflächen, wie Lorenz ganz richtig schliesst, den Weg bezeichnet, den die Knochen bei ihrer Verschiebung übereinander nehmen, so musste bei Drehung um die Henke'sche Achse der Knorpelschwund an der hintern innern Seite der Facies lateralis calcanei beginnen und nach vorn aussen zu fortschreiten. Allein der Gelenkknorpel wurde zuerst am äussern hintern Rande der Gelenkfläche defekt.

Des Weiteren verbreitete sich der Knorpelschwund nicht nur, wie vermuthet, vom vordern äussern untern Ende der Fläche des Sustentaculum tali nach dem entgegengesetzten Ende der Fläche, sondern gleichzeitig von der am Sulcus interarticularis calcanei gelegenen Längsseite nach der gegenüber liegenden hin.

Einen Widerspruch mit seinen auf der Henke'schen Pronation basirenden Voraussetzungen fand Lorenz auch im Ligamentum talo-calc. externum, dessen Insertionen durch diese Pronation einander genähert würden, so dass es hätte schrumpfen müssen, indess dies Band beim Plattfuss im Gegentheil verlängert war.

Vergleichen wir nun den Weg, den der Knorpelschwund auf den erwähnten Gelenkflächen des Calcaneus nach Lorenz nimmt, mit der normalen im Kontakt schleifenden Bewegung des Talus auf dem Calcaneus im Sinne der gleichzeitigen Bewegung um die drei Raumachsen, so finden wir eine vollständige Uebereinstimmung zwischen beiden und damit eine neue Bestätigung unserer Auffassung des Mechanismus des Talo-tarsalgelenkes vom pathologisch-anatomischen Gesichtspunkte aus. Wenn beim aufrechten Stehen die Spitze der lateralen Taluskante auf dem Boden des Sinus tarsi aufsteht, dann ist die hintere äussere 2 bis 4 mm breite Zone der seitlichen Calcaneusgelenkfläche und ebenso ein gleich breiter Streifen der vom Sulcus calcanei begrenzten äussern Längsseite der Sustentaculumfläche sammt deren vorderem unteren Ende von der gegenüberliegenden Gelenkfläche nicht mehr bedeckt. Dess-



gleichen überragt jetzt auch ein entsprechender Streifen der Façette des Talus für das Sustentaculum dieses letztere nach vorn und innen (s. Fig. 26 c), so dass bei weiterer pathologischer Verschiebung in gleichen Richtungen die ganze Talusfaçette, wie Lorenz bei vorgeschrittenen Fällen fand, vor und unter das deformirte Sustentaculum zu liegen kommt.

Dessgleichen erklärt sich die Verlängerung des Ligam. talocalc. ext. leicht aus der Bewegung des Talus nach vorn und innen, wodurch dies Band nicht erschlafft, sondern gedehnt wird.

Auch das von Lorenz beschriebene Zurückweichen der untern Grenzlinie der Articulatio talo-navicularis auf der Taluskopffläche nach oben und aussen bis auf einen kleinen Rest spricht nicht für eine Drehung um die Henke'sche Achse, sondern für die von mir beschriebene Talusbewegung mit dem Kopf ab- und medianwärts.

Und was den Knorpeldefekt anbelangt, den er an der vorderen Hälfte der beiden seitlichen Façetten des Talus für die Malleolen und an der untern Spitze der äussern Façette fand, so hängt dieser ohne Zweifel mit der dauernden Plantarflexionsstellung des Talus zusammen und ist ein Beweis gegen die herrschende Ansicht, dass diese Façettentheile auch beim normalen Fussgelenk in jeder Stellung desselben unbedeckt, mithin ausser Gelenkverkehr bleiben. (Vergl. oben S. 26.)

An Plattfüssen niederen Grades konnte Lorenz das Abgleiten des Talus nach innen an Knorpeldefekten nicht nachweisen; deshalb betrachtete er dasselbe nicht als einen zur Plattfussbildung nöthigen Vorgang: »Jedoch ist es keineswegs nothwendig, dass bei noch so langem Bestande des Plattfusses endlich jene besprochene Verschiebung der Knochen aneinander jedesmal eintritt, dass also ein mässiger Plattfuss sich jedesmal zu höheren und höchsten Graden entwickeln muss. Vielmehr kann mit dem Zustandekommen einer gewissen mehr minder hochgradigen Pronationslage des Gelenks die weitere Verschiebung der Knochen an einander, also auch soweit dies das in Rede stehende Gelenk betrifft, die weitere Fortentwicklung des Plattfusses ihr definitives Ende gefunden haben; dann nämlich, wenn ein genügend massig entwickelter Knochenkamm an der äussern obern Halsseite des Sprungbeins keine weitere Lokomotion der Knochen mehr zulässt.« (S. 121.)

Nun kommt es aber bei weitaus den meisten Fällen von Plattfussbildung nicht zur Lorenz'schen traumatischen Reizung des Periosts mit ihren Folgen, den Osteophyten, und dennoch bleiben dieselben viele Jahre, oft ein langes Leben hindurch auf einem früheren Stadium stehen. Offenbar, weil die damit Behafteten die Schädlichkeiten, besonders langes Stehen und Erkältung der Fusssohlen kennen und möglichst vermeiden gelernt haben und weil ihre



Muskeln in gut entwickeltem und funktionstüchtigem Zustand erhalten wurden. Halten diese die Gelenkbahnen durch ausgiebigen ungehinderten Gebrauch frei, so dass der Fuss, wie früher bemerkt, annähernd die normale gewölbte Torsionsform annehmen, dann wieder bei Nachlass der Muskelanstrengung unter vollständiger Detorsion mit Zunahme an Länge und Breite ganz platt auf den Boden sich herablassen kann, ist er also gelenkweit, so stehen die gesammten ursprünglichen wie etwa neugebildete Theile der Gelenkflächen im Gelenkverkehr und es wird bei der Autopsie kein Knorpelschwund die fragliche Verschiebung verrathen. Dies wird nur dann der Fall sein, wenn der Bewegungsumfang der Gelenke dauernd beschränkt und nach der Richtung der Deformirung hin verschoben ist. Im einen wie im andern Fall aber ist die Pronation des hintern Fussabschnittes von der fraglichen relativen oder absoluten Verschiebung des Talus nach innen begleitet.

## § 20.

Henke, wiewohl er seinen Nachfolgern Veranlassung gab, im weitem konsequenten Ausbau seiner Lehre den Muskeln ihren so wesentlichen Antheil an der Erhaltung der normalen Fusskonstruktion abzusprechen, misst denselben noch fast die volle Bedeutung für das Fussgewölbe bei, welche ihnen die Anatomen und Chirurgen vor Aufstellung seiner Theorie des reinen Rotationsgelenks mit der schiefen Astragalusachse als selbstverständlich zuerkannten. Ja, er macht ihnen sogar eine Konzession, indem er, von der strengen Fassung des Rotationsgelenks absehend, der *Articulatio talo-calcanea* den schraubenförmigen Charakter wahrt, vermöge dessen »das Fersenbein bei der Supination etwas gegen das obere vordere Ende der schiefen Achse vorrücke, so dass man den am Fersenbein entspringenden Sohlenmuskeln einen geringen Antheil an der Supinationsbewegung zuschreiben könne.«<sup>1)</sup>

Die Erhaltung der Fusswölbung lässt Henke durch den Widerstand erzielen, den die Sohlenmuskeln dem Druck der Körperlast entgegensetzen. Er knüpft daran die Bemerkung, dass diese Muskelkraft, wenn sie allein wirkte, das Gewölbe ebenfalls sprengen müsste durch Anstemmen der unteren Ränder und Fugen, und dass somit Körperlast und Muskelkraft fortwährend im Gleichgewicht bleiben müssten, um den Druck auf die frontal gestellten Gelenkflächen gleichmässig zu vertheilen. Allein hiefür würde die einfache tonische Spannung der Sohlenmuskeln nicht genügen, die aktive Kontraktion derselben aber bald der Ermüdung weichen, die Bänder

---

1) W. Henke, Die Kontrakturen der Fusswurzel. Zeitschr. f. rat. Medicin. III R. V. Bd. 1858.



sich verlängern und jeder Fuss wäre beim einfachen Stehen ohne weitere Belastung auch schon bei ganz geringer Dauer desselben in Gefahr, platt zu werden.

H. v. Meyer hält das Wesen der Plattfussdeformirung im Gegensatz zu der Vorstellung vom Einsinken des Gewölbes für ein einfaches Umlegen desselben nach innen, bei dem die Knochen in ihrer natürlichen Lage gegeneinander verblieben und keine Verlängerung des inneren Fussrandes entstehe. Bei der Frage nach der Ursache dieser Umlegung könne es sich nicht um Schwäche der sogenannten Gewölbestützen, um Insuffizienz der Muskeln, Erschlaffung der plantaren Bänder u. s. w. handeln, sondern der Ausgangspunkt der Plattfussbildung sei eine durch zu starke Belastung herbeigeführte Uebertreibung der Drehung des Astragalus oder eigentlich des Kalkaneus mit dem übrigen Fuss um die untere schiefe Astragalusachse<sup>1)</sup>. Die zu starke Belastung müsste demnach schon gleich von vornherein die Kanten und Ecken der Knochen direkt treffen, mit welchen sie sich nach H. v. Meyer in den Gelenken schon normalerweise zum Zweck ihrer Feststellung gegen einander stemmen.

In Bezug auf die Möglichkeit der Bewegung des einen Knochens am unbewegten andern beim Stehen verweise ich auf meine oben gegebenen Erörterungen über die Zwangsläufigkeit der Gelenke, speziell des Talo-Kalkanealgelenks.

Was v. Meyer's Auffassung der Plattfussbildung als einfaches Umlegen des Gewölbes mit Erhaltung seiner Form betrifft, so mache ich darauf aufmerksam, dass die an beiden Gewölbe-Enden stattfindende Detorsion in entgegengesetzter Richtung nicht zur Umlegung des Gewölbes, sondern zu dessen Dekomposition und Flachlegung führt, bei der sich der Fuss verlängert und die Knochen ihre Stellung gegeneinander wesentlich ändern. Den hierauf bezüglichen Irrthum v. Meyer's in der Messung und Vergleichung der Längenverhältnisse des normalen mit denjenigen des Plattfusses hat Lorenz nachgewiesen. Ebenso hat Symington<sup>2)</sup> gefunden, dass der äussere Fussrand nicht wie beim Umlegen gehoben und dass nicht dieser, sondern der innere beim Plattfuss länger ist, als beim normalen, wie er denn auch die Verlängerung des Ligamentum calcaneo-naviculare plantare bei Plattfuss konstatiren konnte.

Beim Aufrechtstehen nimmt nach H. v. Meyer der belastete Astragalus seine tiefste Stellung auf der Kalkaneusfläche ein, so

---

1) H. v. Meyer, Ursache und Mechanismus der Entstehung des erworbenen Plattfusses. Jena, Verl. v. G. Fischer, 1883.

2) Symington, The anatomy of acquired flat-foot. The journal of anatomy and physiology. 1884, Octob. S. 83—93.



dass die untern Ränder beider Gelenkflächen sich decken, der Sinus tarsi geschlossen ist. Der Taluskopf treibe dabei das Os naviculare nach vorn und mit diesem werde auch das Os cuboideum am Processus ant. calc. nach vorn geschraubt. Dadurch würden die plantaren Bänder, insbesondere das Ligam. calc.-cuboid. plant. und das ligam. calcaneo-navicul. plant., sowie die Plantarfascie gespannt und durch diese Spannung, an der sich dann auch noch die Sohlenmuskeln betheiligten, werde der Fuss zur Uebernahme der Körperlast in sich festgestellt<sup>1)</sup>.

Es unterliegt nach meinen bisherigen Ausführungen keinem Zweifel, dass ein solcher Fuss bereits ein Valgusfuss ist, wenn er auch noch nicht platt am Boden liegt. Für ihn ist die Belastung mit dem Körpergewicht während des Stehens immer zu gross und er wird zu immer höheren Formen von Plattfuss fortschreiten, wenn seine Ausdauer häufig auf die Probe gestellt wird, ohne dass man ihn mit Kunsthilfe unterstützt. Solche Kunsthilfen empfiehlt nun H. v. Meyer, und es haben dieselben wegen ihrer Einfachheit und leichten Anbringung an der Fussbekleidung besonders günstige Aussicht auf allgemeine Anwendung.

Sie bestehen 1. in einem 3 bis 4 cm hohen, breiten und so weit nach vorn reichenden Absatz, dass er auch noch einem Theil des Processus anterior calcanei zur Stütze dient. Es soll dadurch der Kalkaneus mit dem Talus in einer gewissen Höhe über dem Boden in horizontaler Lage getragen werden. Der vordere Theil des Fusses müsse sich dann, um den Boden zu erreichen, neigen und weil er diese Neigung durch Drehung um die schiefe Achse bewerkstellige, so senke er zugleich den äussern und hebe den innern Rand. Durch diese Supination des Vorderfusses soll eine relative Auswärtsdrehung (doch wohl Einwärtsdrehung, Pronation?) des Astragalus und damit eine Zurückführung der Ueberdrehung desselben gegeben sein.

Wenn wirklich der vordere Fussabschnitt sich unter Supination senken und der Astragalus in Folge dessen in relative Pronation gegen den Vorderfuss versetzt würde, so würde damit an der für eine Korrektur der valgusartigen Ueberdrehung im Talo-Kalkanealgelenk massgebenden Stellung zwischen Talus und Kalkaneus, wenn beide gegen einander in Ruhe bleiben sollen, nichts geändert. Die Empfehlung hoher Absätze ist aus der Erfahrung hervorgegangen und wird von vielen Autoren gewürdigt, da sie unter besonderen Umständen und in passenden Fällen wohl am Platze sein kann. Die v. Meyer'sche Begründung derselben scheint mir jedoch nicht geeignet zu sein, um aus ihr die Indikationen für ihre Anwendung

---

1) H. v. Meyer, Die Statik u. Mechanik d. menschlichen Knochengerüsts. Leipzig 1873.



bei Plattfussfällen abzuleiten, am wenigsten aber zum prophylaktischen Gebrauch gegen Plattfussbildung überhaupt bei völlig intakten jugendlichen Füßen zu berechtigen.

Als weiteres einfaches Mittel zur Korrektur des Valgusfusses empfiehlt H. v. Meyer 2. die Anbringung einer Vertiefung von mindestens 1 cm auf dem innern Theil des Fersenbodens. Die Ferse soll dadurch eine Richtung nach innen erhalten im Sinne des Varus und in dieser überkorrigirten Lage vor Zurückdrängen in die Valgusstellung gesichert sein. Im Gegensatz hiezu hatte v. Meyer früher die Anbringung einer Erhöhung an derselben Stelle empfohlen, indem er von der Ansicht ausging, dass der mit seinen Höckern wie mit einer queren Kante aufstehende Kalkaneus der Neigung der Unterstützungsfläche nach aussen folgend sich in Supinationsstellung begeben werde. Allein auf so einfache Art lassen sich Stellungskorrekturen von Knochen nur ganz allmählig erzielen. Einer Neigung der Fläche des Fersenbodens von  $10^0$  und darüber, wie sie durch eine Auflage auf der innern Seite des Fersenbodens von 1 cm Höhe und mehr in Folge Uebereifers des Schusters hergestellt wird, kann der Kalkaneus nicht sofort folgen. Zudem hält ihn der untere Theil der enganliegenden Fersenkappe in seiner Stellung fest. So rutschte denn die Ferse auf der schiefen Unterstützungsfläche nach aussen hinab und erweiterte hier die Kappe, führte zu Schieftreten des Absatzes, Umkippen u. s. w. Besser erreicht man die Stellungskorrektur des Kalkaneus in den Fällen, in welchen der Grad seiner Valgität noch ein geringer ist, so dass diese durch hohe Absätze korrigirt werden kann, dadurch, dass man die äussere Seite des Absatzes um einige Millimeter (2 bis 5) bei grösserer Beweglichkeit der Gelenke mehr, bei geringer weniger, niedriger machen lässt. Dies Mittel ist auf solche Weise genau zu kontrolliren und beschränkt sich auf den Kalkaneus allein. Mit der allmählichen Abnützung der äussern Seite des Absatzes wird es gesteigert und der Kalkaneus kann dieser Steigerung leicht folgen. Unterstützt wird die korrigende Wirkung noch dadurch, dass mit dem Niedersetzen des Absatzes und der Senkung seines äussern Theils auch die Fersenkappe sich nach aussen hin mitneigt, und den Kalkaneus in die gewünschte Stellung hineinleiten hilft.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend habe ich schon seit Jahren Plattfüssige mässigen Grades, bei denen die Fussgelenke noch eine genügende Beweglichkeit darboten, mit solchen Absätzen versehen lassen. Die Patienten halten denn auch durchwegs fest an dieser Verordnung, da sie das wohlthuende Gefühl der Erleichterung haben, welches Plattfüssige empfinden, wenn sie mit der ganzen Fusssohle auf einer nach aussen schwach geneigten Ebene stehen. Diese bekannte Erscheinung hat ebenfalls ihren Grund in der der Schiefheit der Fläche entsprechenden Supination des Kalkaneus



sammt dem Vorderfuss. Allein der Vorthail der isolirten Supination des Kalkaneus durch Absätze, welche aussen niedriger sind, ist wegen der damit verbundenen leichten Torsion des detorquirten Plattfusses ein grösserer und in der That konnte ich in einigen Fällen eine allmähliche Verbesserung der Fussform konstatiren. Obgleich die Betreffenden den verschiedensten Berufsklassen angehören und ihre Füsse mitunter stark zu strapaziren haben, kam es nie vor, dass die äussere Wand der Fersenkappe nach aussen getrieben wurde.

Wie der nach aussen geneigte Fersenboden erleichternd und korrigirend auf die beginnende Plattfussbildung wirkt, so übt der nach innen geneigte in Folge Abtretens der Absätze auf der innern Seite oder bei der v. Meyer'schen Austiefung einen nachtheiligen Einfluss aus, indem er die Pronationsstellung des Kalkaneus noch vermehrt. Die Plattfussbildung wird dadurch nicht nur nicht verhindert, sondern geradezu begünstigt.

Wenn somit die Austiefung der innern Seite des Fersenbodens keine Empfehlung verdient als Palliativ- oder Heilmittel bei Plattfussbildung, so ist vor ihr als prophylaktischer Massregel gegen dieselbe, wie H. v. Meyer will, entschieden zu warnen.

Das Gleiche gilt vom prophylaktischen Werth hoher Absätze, welche, wie ich gezeigt habe, die häufigste Ursache für die Entstehung des Valgusfusses schon in der frühesten Jugend abgeben.

Dem deformirenden Einfluss der Kombination beider Mittel aber kann der beste normale Fuss während seines Wachstums auch unter im Uebrigen nicht ungünstigen Verhältnissen nicht widerstehen.

H. v. Meyer glaubt ferner in der herkömmlichen Gestalt des Oberleders, das die grösste Höhe in der Mittellinie (Bruchlinie des Leders) habe, eine Hauptursache für die so sehr häufige Plattfussbildung zu erkennen und gibt daher den Rath, die grösste Höhe des Oberleders auf den Grosszehenrand zu verlegen, wo auch der Vorderfuss seine grösste Höhe besitze. v. Meyer meint, der Vorderfuss müsse, um unter das nach beiden Seiten hin abfallende Oberleder einzudringen, eine möglichst starke Pronationslage annehmen, welche Tag für Tag wie durch einen Kontentivverband dem Fuss aufgenöthigt werde. Der Pronation des Vorderfusses müsste dann nothwendig auch der mit dem Kuboides eng verbundene Kalkaneus folgen.

Allein die Verbindung dieser beiden Knochen ist eine sehr bewegliche und gestattet sehr wohl die isolirte Pronation des Vorderfusses. Dürften wir aber eine solche in Folge der herkömmlichen Gestalt des Oberleders überhaupt annehmen, so würde sie die Plattfussbildung vermöge der durch sie ausgeübten Torsion des Fusses nicht begünstigen, sondern hemmen; sie wäre also dann zu empfehlen. Von einer kontentativverbandartigen täglichen Einwirkung



des Oberleders kann aber bei der Weichheit und Dehnbarkeit des besonders in den Städten, wo ja die Plattfussbildung weitaus häufiger ist als auf dem Lande, verwendeten Materials nicht die Rede sein. So zweckmässig der v. Meyer'sche Rath mithin ist, die Form des Oberleders der Fussform anzupassen, so bedenklich dürfte die Charakterisirung so relativ unwesentlicher Dinge als Hauptursache<sup>1)</sup> der Plattfussbildung sein.

---

## IX.

### Ursache und Verlauf der häufigsten Formen von Plattfussbildung.

#### § 21.

Insofern ich mir im Anschluss an die vorausgeschickte anatomisch-physiologische Untersuchung die Aufgabe gestellt habe, die Ursache der so grossen Häufigkeit der Plattfussbildung aufzufinden, eine Ursache, von deren möglicher Beseitigung die wirksamste Hilfe gegen die weite Verbreitung des Leidens zu erwarten ist, so müssen von vornherein diejenigen Fälle von Plattfuss ausserhalb des Kreises der Betrachtung bleiben, in welchen derselbe angeboren oder durch pathologische Prozesse in den Centralorganen (*pes valgus paralyticus* und *p. v. spasticus*) oder in den Knochen des Fusses (*Caries*, *Rhachitis*) oder durch direkte Gewalteinwirkungen erworben wurde. In allen diesen Fällen erklären sich die zu Plattfuss führenden Vorgänge zur Genüge aus den durch das Grundleiden, resp. die obwaltenden Umstände veränderten statischen und dynamischen Bedingungen für die Funktionen des Fusses. Es sind ferner auch diejenigen Fälle auszuschliessen, bei welchen sich die Plattfussdeformirung in Folge zu frühen Anhaltens zum Stehen und Gehen der Kinder ausgebildet hat, bei denen die Festigkeit der Knochen dem Körpergewicht noch nicht gewachsen war; oder bei welchen die Umformung des Neonatenfusses in die spätere Torsionsform noch nicht in genügender Weise stattgefunden hatte.

Die Untersuchung hat sich hier auf diejenigen Füsse zu beschränken, welche neben sonst normaler Entwicklung des Knochengerüsts des Körpers und gut ausgebildetem und funktionirenden Gesamtmuskel- und -Nervensystem platt geworden sind.

---

1) Zeitschrift f. Hygiene von Koch und Flügge. III. Bd. 1888. Zur Schuhfrage v. Prof. H. v. Meyer.



Die beiden sich durchkreuzenden, spiralig gewundenen Züge, welche den gesammten Körperbau beherrschen, haben auch die Knochenmasse des Fusses in ihrem Sinne gegliedert und geformt und es ist vorwiegend der äussere formbeherrschende, spiralige Knochenzug, d. h. die ihn am reinsten zur Erscheinung bringende Knochenreihe: calcaneus, os cuboideum, ossa cuneiformia III, II und I, os metatarsi I, die dem Fuss den Gewölbecharakter verleiht, welcher desshalb auch an seinem innern Rand am entschiedensten ausgesprochen ist.

Der innere, mehr statischen Funktionen dienende Knochenzug, der in der Knochenreihe Talus, os naviculare, ossa cuneiformia II et III, os cuboides, ossa metatarsi IV et V, am deutlichsten zum Ausdruck kommt, bildet das weniger hoch entwickelte äussere Fussgewölbe. Der mittlere Theil des Fussknochengerüsts verdankt seine Gestalt den sich gegenseitig durchdringenden und sich beeinflussenden beiden Zügen gemeinschaftlich, stellt also Resultirende derselben dar.

Dem Zusammenwinden und Wiederaufdrehen dieser spiraligen Züge entsprechend ist das Fussskelett im Sinne beider beweglich. Die Möglichkeit dieser Bewegung ist im Bau sämtlicher Gelenke vorgesehen; und auch die Bänder, die nur einen nicht verknöcherten Theil der sich durchkreuzenden Spiralzüge zwischen den einzelnen Knochen, sowie an deren Peripherie darstellen, setzen der Bewegung innerhalb ihrer physiologischen Breite keinen Widerstand entgegen.

Sie sind ihrer Anordnung nach in erster Linie Leitbänder für die Bewegung; es spannen sich den einzelnen Bewegungsphasen gemäss fortschreitend immer jeweils nur bestimmte Abtheilungen derselben, welche nicht die Aufgabe haben können, das Skelett in seiner Form den Wirkungen der Schwere gegenüber zu erhalten.

Diese Aufgabe fällt den Muskeln zu, welche sich als kontraktile Substanz während der Differenzirung der ursprünglich gleichartigen Bildungsmasse der Spiralzüge erhalten hat und der nun der Rest der Bewegung des übrigen zu fester Form umgewandelten Theiles der letzteren obliegt.

Die Form des Fusses und damit auch die Stellungen der Knochen zueinander in den Gelenken ändert sich mit den Bewegungen des Schwerpunktes des Körpers beim Gehen und Stehen dem Skelettbau entsprechend durch Torsion und Detorsion der Spiralzüge innerhalb physiologischer Grenzen, und jeder Körperhaltung ist eine bestimmte gesetzmässige Stellung der Fussknochen unter sich und den Unterschenkelknochen gegenüber normalerweise zugehörig.

Das Fussskelet wird nun beim Stehen auf horizontaler Bodenfläche so aufgestellt, dass die Schwerlinie, durch die Tibia und den höchsten Punkt der Talusrolle herabziehend, auf einen Punkt der



Unterstützungsfläche auftrifft, der vom vorderen Ende derselben mindestens drei Mal so weit entfernt ist, als vom hinteren, so dass dieses ein dreifach grösseres Gewicht zu tragen hat und darum auch bei abnormen Verhältnissen viel leichter dem deformirenden Einfluss der Körperschwere ausgesetzt ist.

Die Unterstützungsfläche wird durch die vorderen und hinteren aufstützenden Enden des Gewölbes begrenzt. Der hintere Gewölbeschenkel wird gebildet vom hinteren Fortsatz des Fersenbeins, welcher einer auf der Längsachse des Fusses errichteten Vertikalebene parallel auf seinen beiden Höckern aufsteht. Die Entfernung derselben von einander beträgt beim Fuss des Erwachsenen ca. 3 cm, so dass die Ferse kantenartig aufrucht und ihr Fettpolster keine nach unten gewölbte rundliche, sondern eine der Quere nach plattgedrückte Form zeigt.

Der vordere Gewölbeschenkel spaltet sich in fünf ebenfalls in vertikalen Ebenen neben einander befindliche Theile, die fünf Mittelfussknochen, die mit ihren Köpfchen auf dem Boden aufruhend. Jeder einzelne Mittelfussknochen ist ebenso wie das Fersenbein gegen seitliche Bewegungen äquilibrirt, und wie dieses hat der stärkste unter ihnen, der Metatarsus I, noch einen Spielraum für seine Gleichgewichtsstellung, indem er auf den beiden Sesambeinen kantenartig aufsteht. Das Aufstehen geschieht, wie oben S. 59 u. 63 ausgeführt wurde, normalerweise auf sämtlichen Metatarsusköpfchen zugleich und somit auf der ganzen Breite des Fussballens.

Das so äquilibrirte Gewölbe ist auch von seinem Scheitel aus gegen seitliche Bewegung geschützt dadurch, dass der Talus zwischen die Malleolengabel eingeklemmt ist.

Das Ausweichen der Gewölbestützen nach vorn und hinten in Folge der Belastung wird zum Theil durch die Reibung zwischen ihren ansehnlichen Berührungsflächen mit dem Boden, zum Theil durch Muskelkraft verhindert, welche im Zusammenwirken mit der Schwerkraft die eigentliche Feststellung des Gewölbegefüges in sich selbst beim Stehen auf horizontalem Boden erzielt. Den Muskeln liegt dabei keine andere Thätigkeit ob, als den übrigen Skelettmuskeln, welche durch ihre tonische Spannung die Knochen in senkrechter Stellung übereinander erhalten und ebenso wie diese die Gleichgewichtsstörungen in Folge der durch sie veranlassten Spannungserhöhung in automatischer Weise wieder ausgleichen.

Insofern Schwerkraft und Muskelkraft im Verein die Aequilibrirung des gesammten Skelettes, also auch des Fussgewölbes besorgen, ist die erstere auch im Stande, jede andere Bewegung, da sie mit derjenigen der Aequilibrirung in Folge der Zwangsläufigkeit der Gelenke unzertrennlich verbunden ist, mit verhindern zu helfen.



Ist das Fussgewölbe bei aufrechtem Stehen auf horizontaler Bodenfläche durch die genannten Faktoren in sich festgestellt, so erlaubt die Zwangsläufigkeit der Gelenke auch bei der stärksten Belastung, der die Festigkeit der Knochen überhaupt noch gewachsen ist, keine Aenderung der denselben normalerweise beim Stehen zukommenden gegenseitigen Stellung. Desshalb sinkt auch der Talus nicht auf der Kalkaneusfläche bis zu schliesslicher Knochenhemmung herab, und ebenso bleibt der Kalkaneus in der der Torsion des hinteren Theiles des spiraligen Knochenzuges entsprechenden vertikalen Stellung stehen, bei welcher der Sinus tarsi offen ist. In den Gelenken, speziell im Talokalkanealgelenk bleibt dadurch die Bahn nach allen Richtungen frei und wird auch während des Stehens in geringem Umfang bei den kleinen Gelenkbewegungen in Anspruch genommen, welche durch die fortwährenden geringen Verschiebungen der Schwerlinie verursacht werden. Es gewährt dies den Vortheil, dass der intensive Druck von Seite der Körperlast nicht immer dieselben Stellen der Gelenkflächen trifft. Desshalb kann das Stehen von einem normalen Fuss viele Stunden, ja Tage lang ohne Schaden ertragen werden.

Entgegen der herrschenden Meinung haben wir gesehen, dass der Talus sich weder im oberen noch unteren Sprunggelenk um nur eine Achse charnierartig dreht. Die Bewegung geschieht vielmehr in beiden Gelenkverbindungen um die drei Raumachsen zugleich. Der Talus rollt unter der Tibiahohlrolle mit derselben dreifachen Drehung hervor, mit welcher er sich auf der Kalkaneusfläche zum Schluss des Sinus tarsi abwärts bewegt, und er müsste nothwendig während des aufrechten Stehens bis zum Aufstemmen der lateralen Kante auf dem Hals des Kalkaneus herabgleiten, wenn nicht im oberen Gelenk die beiden Rotationen um eine sagittale und eine senkrechte Achse sich auf einen weit grösseren Flexionsumfang vertheilen würden als im unteren. Hiedurch ist aber die Gelenkstellung in jeder Phase der Bewegung zwischen Oeffnung und Schluss des Sinus tarsi gesichert. Das Gleiten des Talus abwärts auf der Fläche des Kalkaneus kann nur stattfinden, wenn und soweit dieser und mit ihm der übrige Fuss eine reine Plantarflexion im Betrage der Differenz in beiden Gelenken ausführt, wobei es dann schliesslich bis zum Aufstemmen der lateralen Taluskante kommen kann. Es kann daher auch bei extremer Senkung der Fussspitze gerade nach unten der Kalkaneus sich unter dem Talus nicht mehr pronatorisch gelenkaufwärts drehen und das Auswärtswenden der Fusssohle ist nur deren vorderem Abschnitt durch Vermittlung der übrigen Gelenke der Fusswurzel und des Mittelfusses in schwachem Grade möglich. Dagegen ist die Supination des Kalkaneus unter Oeffnung des Sinus tarsi desto ausgiebiger ermöglicht, so dass während der Plantarflexion die Sohle am stärksten



nach innen gekehrt werden kann. Umgekehrt ist bei Dorsalflexion die Fähigkeit der Auswärtsdrehung der Sohle am grössten, der Einwärtsdrehung am geringsten.

Bei jedem normalen Fuss, dessen Malleolus externus während des Stehens auf horizontalem Boden in vertikaler Projektion ausserhalb des Fussumrisses liegt, ist die Verkleinerung und endliche Schliessung des Sinus deutlich zu fühlen, wenn der Fuss in gerader Richtung nach unten plantarflektirt wird oder wenn er diese reine Plantarflexionsstellung durch Stehen auf einer nach vorn ge-

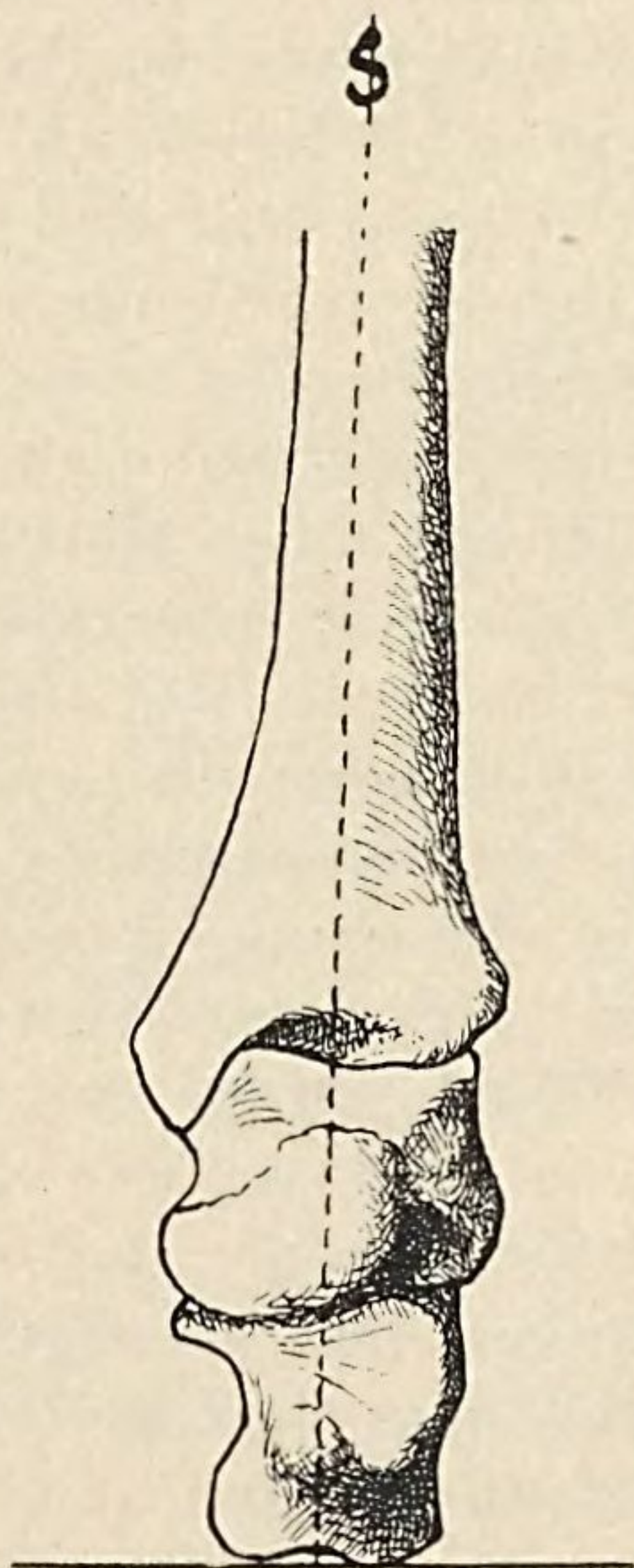


Fig. 31.

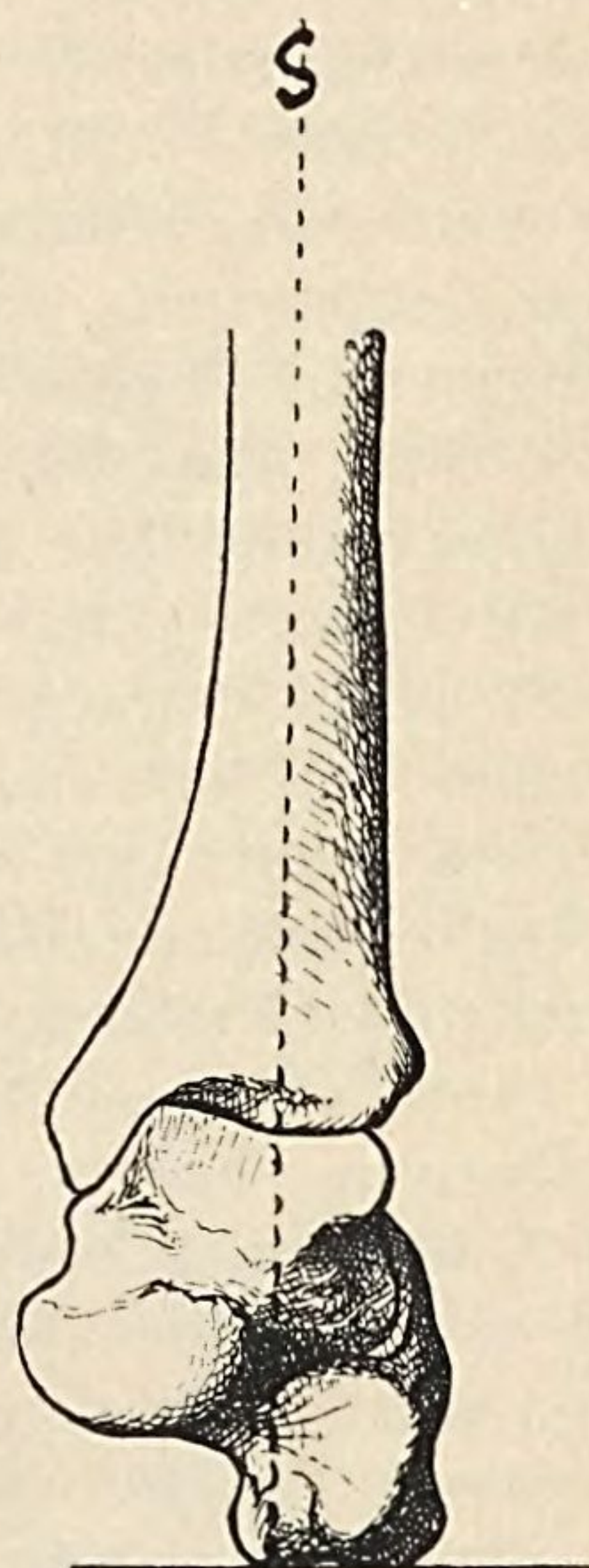


Fig. 32.

neigten Ebene erlangt. Der Talus wird dabei unter dreifacher Drehung aus seiner Höhle herausgewunden und die Gelenkstellung Fig. 31 verwandelt sich in die Stellung Fig. 32.

Letztere Stellung wird somit durch Stehen in Schuhen und Stiefeln mit Absätzen herbeigeführt und unterhalten.

Der Kalkaneus befindet sich noch in vertikaler Gleichgewichtsstellung und nimmt die Schwerlinie noch auf. Der mit seinem Kopf median- und abwärts gedrehte supinierte Talus hat das Kahnbein mit den vor demselben liegenden Knochen nach vorn geschoben. Der Sinus tarsi ist der Schliessung mehr weniger nahe und wird in Folge der dauernden Verlängerung der Muskeln nicht wieder geöffnet. Die Bänder und Muskeln der äussern Seite adaptiren sich



der Gelenkstellung, indem sie sich verkürzen und letztere auf solche Art fixiren.

Der Gelenkverkehr der Talokalkanealverbindung wird dadurch sehr beschränkt und das Körpergewicht lastet beständig auf fast immer denselben Stellen der Kalkaneusfläche, an welcher sich allmählig die früher erwähnten pathologischen Gestaltsveränderungen ausbilden, welche dem Gelenk den Charakter der Zwangläufigkeit nehmen, vermöge dessen die drei Rotationen stets gemeinsam und gleichzeitig stattfanden und eine Hemmung für jede derselben gegeben war, sobald die übrigen nicht ausführbar waren.

Der Einfluss hoher Absätze auf den Vorderfuss erklärt sich aus der steileren Stellung der Mittelfussknochen als vorderer Gewölbestützen. Je mehr der Winkel zunimmt, den sie mit der Horizontalen bilden, desto kleiner wird die horizontale Schubkraft, welche die Mittelfusssköpfchen zum Ausweichen nach vorn und damit das Gewölbe zur Abflachung bringt, und desto mehr wächst der senkrecht wirkende Antheil der Schwerkraft, der dieselben gegen den Boden drückt und am Ausweichen hindert.

Desto mehr macht sich aber auch die horizontale Komponente der Schwerkraft in ihrer Wirkung auf die Gewölbeform geltend, indem sie den oberen, sich mehr und mehr der horizontalen Richtung nähernden Theil des vorderen Schenkels vorschiebt und damit den vorderen Gewölbebogen stärker krümmt. Die Gelenkverbindungen zwischen den Keilbeinen und ihren Mittelfussknochen treten dorsalwärts stärker hervor — der Fussrücken erhält einen höheren Spann. Den Sohlenmuskeln wird solcherweise ihre Aufgabe erleichtert, sie verkürzen sich entsprechend und bleiben, da der Fuss seine Form und Stellung beim Gehen und Stehen auf hohen Absätzen nur sehr wenig verändert, in Folge ihrer Unthätigkeit in ihrer Entwicklung zurück. Bleibend verlängert durch das Tragen von Absätzen werden von den Muskeln zunächst nur die beiden *mm. tibiales* in Folge Vorrückens des *Caput tali* und *os naviculare*, sowie die Extensoren, besonders die mediane Hälfte derselben.

In dieser Form und Stellung, die ja noch innerhalb der normalen Bewegungsgrenzen liegt, kann nun der Fuss durch beständiges Tragen von Absätzen erhalten werden, und wenn damit auch der Grad und die Mannigfaltigkeit seiner Funktionstüchtigkeit eine Einbusse erleiden, so bleibt doch seine äussere Gestalt erhalten, ja sie scheint sogar wegen der stärkeren Wölbung des Vorderfusses noch höheren Ansprüchen an Schönheit der Form zu genügen, als ein normal gewölbter Fuss. Allein sie ist dafür an den hohen Absatz gebunden, dieser ist ihr ein nothwendiger orthopädischer Apparat geworden. Die Fähigkeit, sich in allen seinen Theilen den normalen statischen Bedingungen anderer Stellungen, besonders des Stehens auf horizontaler Bodenfläche, anzupassen, hat ein solcher Fuss in



Folge der allmählig eingetretenen Veränderungen der Gelenke, Bänder und Muskeln verloren.

Steht er auf Schuhen ohne Absätze, so verwandelt sich die Stellung Fig. 32 in diejenige von Fig. 34.

Der Talus dreht sich im Knöchelgelenk während seiner dabei eintretenden Dorsalflexion in Pronation und der an ihm fixirte Kalkaneus führt nicht mehr eine kompensirende Supination unter Oeffnung des Sinus tarsi aus, sondern folgt der pronirenden Bewegung des Talus und geräth dadurch in Valgusstellung, bei der

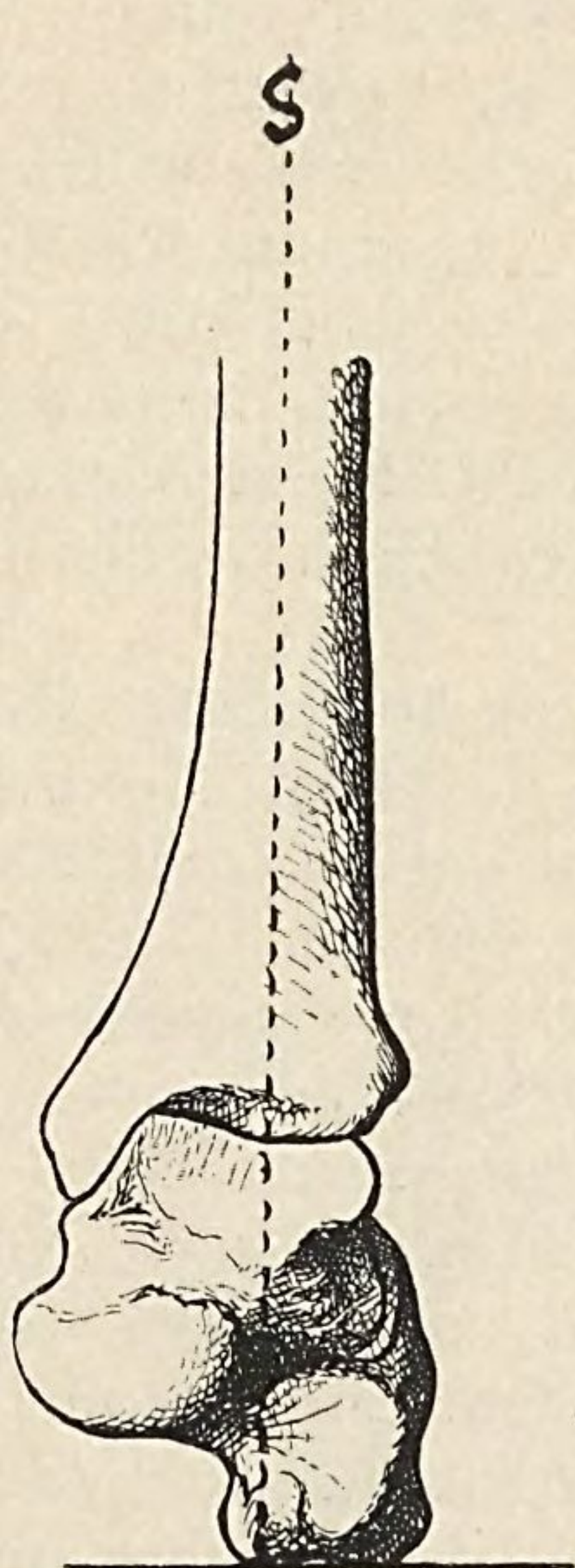


Fig. 32.

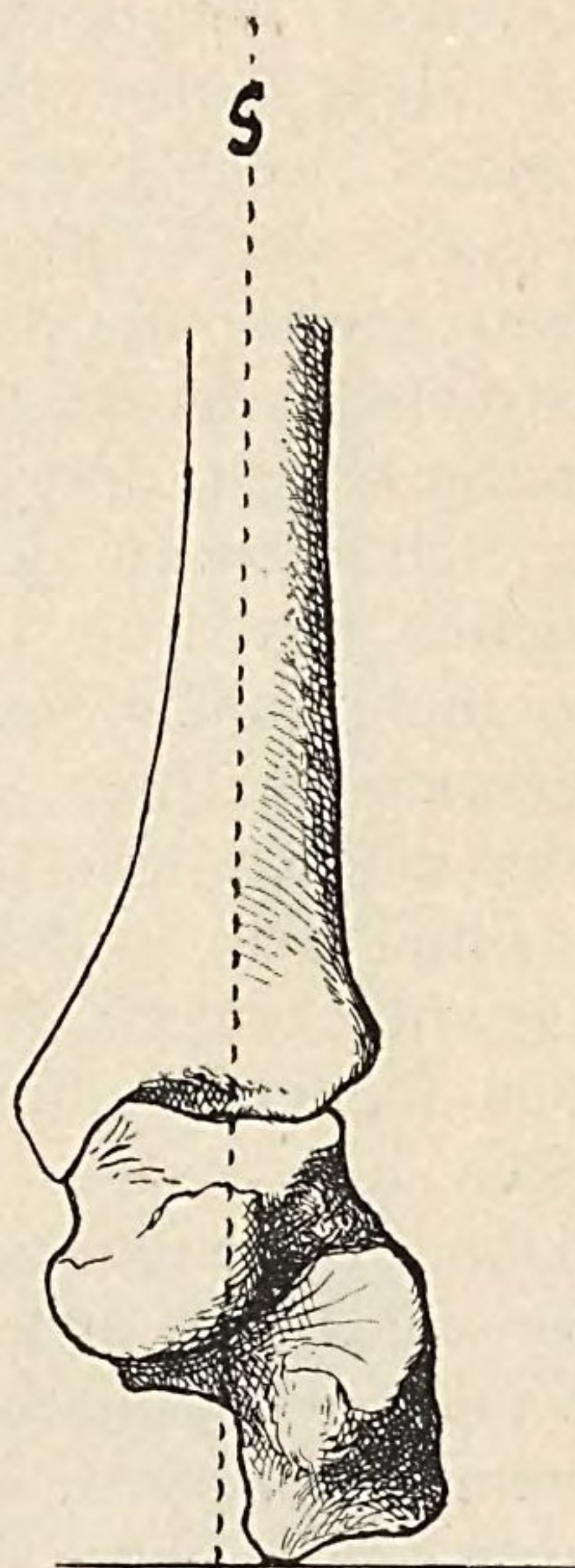


Fig. 34.

die Schwerlinie *S* medianwärts vom inneren Höcker auftrifft. Damit ist ein Hebelarm für die Schwerkraft geschaffen, welcher die fehlerhafte Stellung des Kalkaneus stets zu vermehren strebt und thatsächlich immer höhere Grade derselben erzielt, je öfter und länger der Fuss ohne Unterstützung durch Absätze gehen und stehen muss.

Früher für die Feststellung des Gewölbebaues von den Muskeln in Dienst genommen, sucht jetzt die Schwerkraft denselben zu zerstören, und statt des bisherigen leichten Geschäftes der Aequirbrirung haben die Muskeln beständig der entfesselten Schwerkraft entgegen zu arbeiten. Dazu reicht aber ihre tonische Spannung nicht aus, sie geben nach und verlängern sich immer



mehr dauernd bis zur Insuffizienz. Nunmehr setzt sich der Widerstand der Bänder dem destruierenden Einfluss des Körpergewichtes entgegen; aber auch sie sind dieser Aufgabe auf die Dauer nicht gewachsen, ihre Dehnung erreicht immer höhere Grade und endlich sind es nur noch die Knochen, die durch Anstemmen ihrer Kanten und Ecken gegeneinander den Wirkungen der Schwere Stand halten. Am auffallendsten tritt dies Verhalten beim Talokalkanealgelenk in die Erscheinung. Der Sinus tarsi ist geschlossen und die laterale Taluskante stemmt sich auf den Boden des Sinus auf. In Folge der Zerrung der Bänder und Pressung der Knochen, wobei der gesammte Druck sich immer nur auf kleinere Stellen beschränkt, entstehen Gefühle des Unbehagens, der Ermüdung und des Schmerzes, welche dem Bewusstsein Kenntniss geben von dem Vorhandensein abnormer Zustände des Fusses. Nun intervenirt der Wille mit absichtlichen Kontraktionen derjenigen Muskeln, über welche er durch Uebung eine Herrschaft erlangt hat. Es sind dies zunächst die beiden mm. tibiales anticus und posticus. Diese wälzen den gesammten Fuss im Talotarsalgelenk so um den Talus in Supination, dass der Hals des Kalkaneus, auf den sich die laterale Taluskante stemmt, unter dieser ab- und medianwärts zurückweicht. Der Kalkaneus wird hiedurch wieder senkrecht in den Bereich der Schwere Wirkung gestellt und diese damit wieder dienstbar gemacht. Anstatt der kurzen Fusssohlenmuskeln haben jetzt die beiden Tibiales die neue Gleichgewichtsstellung zu überwachen, für welche Arbeit ihre tonische Spannung genügt. Allein der Fuss steht jetzt nicht mehr auf der ganzen Breite der Sohlenfläche auf, sondern auf deren äusserem Rand. Dieser aber ist für sich allein der Körperlast nicht gewachsen und die Ossa Metatarsi V und IV sammt dem Os cuboideum werden durch den Gegendruck des Bodens reflektirt und das äussere Fussgewölbe auf diese Weise bald flach gelegt (I. Stadium der Plattfussbildung bei Lorenz).

Auf der nach oben konvexen Gewölbeform des Schuhes aufliegend trägt der nun platte äussere Fussrand die Körperlast nicht in seiner ganzen Ausdehnung, sondern nur mit der Gegend der Gelenkverbindung zwischen Kalkaneus und Kuboides. Zwischen diese Knochen und dem Gelenktheil des Schuhes eingepresst leiden die Weichtheile, Nerven, Muskeln, und besonders die hier durchziehende Sehne des M. peroneus longus. Letzterer wird in Folge dessen insuffizient oder vollständig funktionsunfähig (I. Stadium Duchenne's).

Der Fuss erträgt nun die Stellung auf seinen äusseren Rand nicht weiter und wälzt sich wieder mehr nach innen. Der Peroneus longus aber, dem die Torsion des vorderen Fussabschnittes obliegt, kann in Folge seiner Funktionsstörung jetzt nicht mehr verhindern, dass auch der innere Fussrand unter der Körperlast beim Stehen



und Gehen nachgibt, detorquirt wird und wie vorher der äussere flach auf den Boden zu liegen kommt, zumal die Unterstützung von Seite der Sohlenmuskeln ebenfalls vermindert ist, da diese in Folge der Krümmungszunahme des Gewölbes beim Stehen auf hohen Absätzen, sowie durch die davon abhängige ungenügende Bewegung des Fuss skelettes in sich selbst zur Unthätigkeit gezwungen in ihrer Entwicklung zurückgeblieben sind.

Die Störung nimmt also ihren Anfang im Talokalkanealgelenk; die durch die Muskeln nicht mehr in Schranken zu haltende Schwere Wirkung kann ihren verderblichen Einfluss zunächst auf den hinteren Fussabschnitt geltend machen. Um dann den Folgen desselben auszuweichen, trägt der Vorderfuss seine Last nicht mehr mit seiner ganzen Ballenbreite, mit der er ihr gewachsen wäre, sondern erst nur mit dem äusseren, dann mit dem inneren Rand und indem die Schwerkraft einen nach dem anderen flachlegt, trägt sie nach dem Grundsatz »divide et impera« auch über den vorderen Fussabschnitt den Sieg davon. Zur Detorsion des hintern Endes des formbeherrschenden spiraligen Knochenzuges gesellt sich die des vorderen Endes und das Fussgewölbe ist damit zerstört. Bänder, Gelenke und Muskeln passen sich der neuen Fussform an und können sie im günstigsten Falle nur noch vorübergehend im Sinne der verlorenen Torsionsform ändern. Endlich wird auch das Wachstum der Knochen von dem Prozess im Sinne der Difformität beeinflusst.

Die weiteren Veränderungen bis zu den vorgeschrittensten Stadien der Plattfussdeformirung erklären sich leicht aus dem fort dauernden Einfluss der Körperlast auf das der Wirksamkeit der Gegenkräfte zum grössten Theile beraubte Fuss skelett.

## § 22.

Mit der soeben entworfenen Schilderung der Entstehungsweise des Plattfusses habe ich seine Ursache auf das Tragen von Absätzen zurückgeführt. In der That kann nur eine fehlerhafte, die natürlichen statischen und dynamischen Verhältnisse des Fussbaues zu dessen Nachtheil abändernde Gewohnheit in ursächlichen Zusammenhang mit der grossen Häufigkeit der Plattfussbildung gebracht werden. Wenn man zugestehen will, dass dieselbe mit den beschriebenen Störungen im Verhalten des Talokalkanealgelenks in innigster Beziehung stehe, und dass die ersten Anfänge jener mit dem Beginn der letzteren zusammenfallen, so ist die Zahl der Plattfussdeformirungen so gross, dass man sie als Regel, die normale Beschaffenheit der Füße dagegen als Ausnahme betrachten muss.



Wie früher bemerkt, gibt die Projektion der äusseren Fläche des Malleolus externus auf den Fussumriss einen genügend genauen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der einzelnen Fälle.

Die von mir nach dieser Richtung vorgenommenen Untersuchungen des hinteren Fussabschnittes bei 508 Füßen ergaben, dass die Projektion des Malleolus externus bei aufrechtem Stehen auf horizontalem Fussboden normalerweise 5 mm ausserhalb der ihr entsprechenden Stelle des Fussumrisses auftritt. Der Sinus tarsi ist dabei offen und die Entfernung des vorderen Randes des Malleolus externus vom vorderen äusseren Rand des Processus anterior calcanei beträgt beim Erwachsenen 2,5—3 cm, so dass zwei Fingerspitzen bequem in den Sinus eindringen können. Beim Stehen auf einer nach vorn geneigten Ebene wird dessen Oeffnung kleiner und bei stärkerer Neigung ist das Eindringen selbst nur einer Fingerspitze nicht mehr möglich. Solche Füße zeigen im Uebrigen die Charaktere eines gut gewölbten normalen Baues. Ihre Häufigkeit beträgt 4,7% der Gesamtzahl.

Als annähernd normal können die Füße gelten, bei denen die Projektion des Malleolus externus in die Fusskontur fällt. Der Sinus tarsi ist noch offen, wenn auch nicht so weit, wie bei der vorigen Kategorie und ebenso ist eine Verkleinerung desselben bei Neigung der Bodenfläche nach vorn nachweisbar. Die Fussform lässt keine nennenswerthen Veränderungen wahrnehmen. Ihre Zahl beträgt 17%.

Zur dritten Kategorie gehören diejenigen Fälle, bei denen die Projektion des Malleolus externus innerhalb des Fussumrisses auftritt. Der Sinus tarsi ist, je weiter der Malleolus nach innen steht, desto mehr der Schliessung nahe und dem entsprechend sind auch häufig die übrigen Charaktere des Plattfusses schon mehr oder weniger entwickelt. Die Pronationsstellung des hinteren Fussabschnittes wird sichtbar, derselbe erscheint nach hinten verlängert, die Achillessehne springt mehr hervor. Das Fersenpolster ist unten weniger platt, mehr rundlich. Der Fussrücken ist niedriger und breiter, das äussere Gewölbe flacher. Dies stützt sich nicht mehr auf das Köpfchen, sondern hinten auf den Höcker des fünften Mittelfussknochens. Das innere Gewölbe zeigt ebenfalls schon mehr oder minder vorgeschrittene Stadien der Abflachung. Kann es während der Dauer der Untersuchung durch willkürliche Muskelkontraktion in seiner ursprünglichen Form erhalten werden, so bilden die Weichtheile als Folge öfterer und langdauernder Dehnungen von Seite des medianwärts vordrängenden Taluskopfes einen länglich runden beweglichen Wulst, der sich vom hinteren Schenkel des Gewölbes unter dessen Bogen hinzieht, und über dem sich die Haut in Querfalten legt. Bei vollständiger Flachlegung des ganzen Gewölbes treten unter und etwas vor der Spitze des inneren Knöchels



der Taluskopf und unter ihm der auf dem Boden aufliegende Höcker des Kahnbeins als zwei von einander gesonderte harte Vorsprünge auf. Der Vorderfuss ist durch Supination detorquirt, die Metatarsusknochen sind adduzirt und der erste derselben bildet mit dem hinter ihm liegenden Theil des inneren Fussrandes einen einspringenden Winkel. Auch die transversale Wölbung ist abgeflacht, der Vorderfuss ist breiter.

Sind die Muskeln gut entwickelt und ist der Plattfuss in sich beweglich, so bemerkt man Längsfalten, zuweilen längliche harte Schwielen, in der Mitte der vorderen Sohlenhaut, welche durch Zusammenschieben derselben in den Schuhen entstanden sind.

Stark geschlängelte und erweiterte Venen in der Umgebung der Knöchel und an den Rändern des ehemaligen Gewölbes, bläuliche Farbe der Haut, Neigung zu Schweiss und Kaltwerden der Füße zeichnen besonders die weiter entwickelten Stadien aus.

Die Zahl dieser Füße von beginnender bis zu ausgesprochener Plattfussdeformirung beträgt 78,3% der untersuchten Fälle.

Den Typus eines normalen Fusses fand ich bei einem 20jährigen Schreinergelegen, der auf dem Lande erzogen als Knabe viel baarfuss gieng und immer nur ganz niedere Absätze getragen hatte. Die Füße von elf seiner Kollegen, die alle ihre früheste Jugend in Städten zubrachten, gehörten sämtlich der dritten Kategorie an und die Deformirung war bei den ältesten am weitesten vorgeschritten. Alle trugen bei der Arbeit Schlappschuhe ohne Absätze.

Die Fälle zeigen, dass tagelanges berufsmässiges Stehen auf absatzlosen Schuhen nicht im Stande ist, einen normalen Fuss zu deformiren, wohl aber die einmal bestehende Difformität zu vermehren.

Ein relativ günstigeres Ergebniss lieferten die Füße von Schusterlehrlingen im Alter von 14—16 Jahren, die neben ihrer sitzenden Beschäftigung entweder ohne Schuhe oder auf solchen ohne Absätze sich in ihren Arbeitsräumen bewegten. Von 130 Füßen gehörten 8 (6%) der I., 22 (17%) der II. und 100 (77%) der III. Kategorie an.

Ebenso ergaben 208 Füße von Knaben zwischen acht und vierzehn Jahren, die ich im städtischen Freibad untersuchte und von denen die Mehrzahl im Sommer viel baarfuss gieng, ein besseres Verhältniss, als diejenigen, welche immer auf Schuhen mit Absätzen giengen. Es fanden sich dabei 12 (6%) zur I., 43 (20%) zur II. und 153 (74%) zur III. Kategorie gehörige.

Es scheint somit das öftere Baarfussgehen im jugendlichen Alter einen günstigen Einfluss auf die Rückbildung von Anfangsstadien zur Norm auszuüben.

Sämmtliche Frauen- und Mädchenfüsse, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, waren zur III. Kategorie zu rechnen, und da



ihre Zahl nur 56 gegenüber 452 männlichen beträgt, so dürfte sich der Prozentsatz der normalen Füße im Allgemeinen noch niedriger stellen.

Nehme ich hinzu, dass ich während meiner ärztlichen Thätigkeit in Gebirgsgegenden, wo die Leute wegen des Bergabgehens den Absätzen am wenigsten geneigt sind, so im badischen Schwarzwald, am Kaiserstuhl und schliesslich in Oberbayern, wo sie im Sommer baarfuss ihre Feldarbeit verrichten, durchschnittlich wohlgebaute Füße aber selten Plattfüsse gesehen habe, so unterliegt es für mich keinem Zweifel, dass das Tragen von Absätzen in der That diejenigen Veränderungen im normalen Fussbau veranlasst, welche als die ersten Anfänge der Plattfussbildung zu betrachten sind und die nur dann stationär bleiben, wenn auch künftig bei andauerndem Stehen und Gehen die Absätze beibehalten werden.

Fig. 37 zeigt die winklig nach hinten abgeknickte Kalkaneusfläche eines tadellos gewölbten männlichen Fusses. Der Sinus tarsi war geschlossen und jede Bewegung zwischen Talus und Kalkaneus mit Erhaltung des genauen Kontaktes der Gelenkflächen ausgeschlossen. Der Besitzer des Fusses trug ohne Zweifel hohe Absätze, die zwar die Gelenkflächen deformirten, und damit die Disposition zur Abflachung der Fusswölbung schufen, letztere aber wieder als beständig getragene orthopädische Apparate verhinderten.

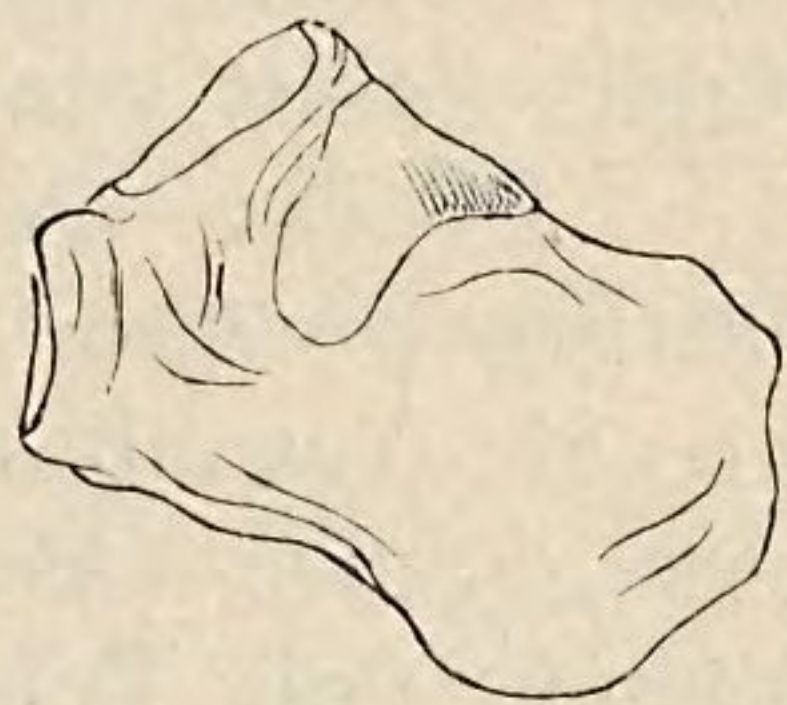


Fig. 37.

### § 23.

Schon oft wurde von verschiedenen Seiten, freilich ohne hinreichende Begründung, das Tragen von Absätzen als Ursache der Plattfussbildung angesehen, aber stets haben sich noch mehr Stimmen für die gegentheilige Ansicht erhoben, dass nemlich das Baarfussgehen und Tragen von absatzlosen Schuhen den Plattfuss herbeiführe, und die allgemeine Meinung huldigt dieser letzteren Auffassung. Thatsache ist, dass man sich bis zum heutigen Tag weder in Frankreich, wo der hohe Absatz zu Hause ist, noch in England, wo man mehr niedere oder gar keine Absätze zu tragen pflegt, über die so wichtige Frage nach der Zweckmässigkeit der Absätze hat einigen können, und dass der Absatz selbst für normale Füße zur Zeit die meisten Anhänger zählt.

Interessant ist aber, dass in Frankreich und Deutschland, sowie in den Ländern, welche die französische Mode der hohen Absätze acceptirten, die Plattfussdeformirung eine sehr grosse Zahl von wissenschaftlichen Bearbeitern gefunden hat und noch findet



und dass die anatomischen Museen dieser Länder meist eine reiche Auswahl von Plattfusspräparaten bieten, während in England die einschlägigen Arbeiten sehr spärlich sind und mehrere der bedeutendsten anatomischen Museen wenigstens bis zum Jahr 1884 kein Plattfuss-exemplar enthielten<sup>1)</sup>.

Unter neueren französischen Forschern beschuldigt Onymus<sup>2)</sup> die hohen und schmalen Absätze, dass sie dem Fuss eine Plattfussform geringen Grades ertheilen.

Léon Le Fort<sup>3)</sup> erklärt den Plattfuss als besonders häufig auf dem Lande vorkommend und durch das Baarfussgehen veranlasst. Er glaubt, dass die Häufigkeit des Plattfusses bei jungen Kellnern, Ladenjungen, Kammerdienern etc. davon komme, dass sie keine doppelsohligen, sondern nur dünnsohlige Schuhe oder Pantoffeln, meist ohne Gelenkhöhlung und Absatz trügen.

Trélat dagegen hat einerseits Knaben mit schmerzhaftem Plattfuss gesehen trotz ihrer schweren Schuhe, andererseits bezeichnet er es als Ausnahme, dass Lehrlinge der Dekorationsmalerei, Druckerei und anderer Gewerbe, bei welchen sie den ganzen Tag stehen müssen, von Tarsalgie befallen werden, obgleich sie nur einfache Schlappen zu tragen pflegen. Der Lehrling eines Schiffbauers blieb gesund, solange er beim Schiffsbau verwendet wurde; als er aber Schiffe waschen musste, bekam er zuerst unter dem Einfluss der feuchten Kälte Rheumatismus und sechs Wochen später einen schmerzhaften Plattfuss. Weiter konstatirt Trélat gegenüber Léon Le Fort, dass die jungen Basques, Auvergnats und Savoyards, die alle baarfüssig gehen, selten an Plattfuss leiden, dass dieser dagegen häufig vorkomme bei den Normands, den Picards, den Flamands, die allgemein starkes Schuhwerk tragen.

Ebenso hat Marc Sée den Plattfuss häufiger im nördlichen Frankreich gefunden und Chauvel entnimmt der Militärstatistik über Befreiung vom Militärdienst wegen Plattfuss, dass derselbe am meisten in der Bretagne, selten in Flandern und der Normandie, und besonders selten in den Pays basques vorkomme.

Verneuil lässt feuchte Kälte eine grosse Rolle spielen; die jungen Leute seien häufig Rheumatiker und Arthritiker.

Als wesentlicher Faktor erscheint somit die Einwirkung der Kälte (dünne Sohlen), besonders der feuchten Kälte, wegen der durch die Verdunstung andauernden Wärmeentziehung zugegeben, indess über den Einfluss der Absätze die Ansichten getheilt sind. Doch lassen sich die Gegensätze, die beiderseits durch Beobachtungen gestützt sind, in befriedigender Weise auflösen, wenn man

---

1) J. Symington, l. c. S. 83.

2) Onymus, des déformations du pied et des troubles généraux déterminés par les chaussures à talon haut et étroit. *L'union médic.* 1877, Nr. 18.

3) *L'union médic.* tome XXXVIII, 1884, pp. 89, 137, 260.



diese unter dem Gesichtspunkte der von mir gegebenen Auffassung der Gelenkmechanik verwerthet. Die meist barfuss gehenden südlichen Landbewohner haben ihre Füße nicht durch Absätze verdorben, wie die der Fussbekleidung überhaupt mehr bedürftigen Bewohner der kälteren nördlichen Gegenden, und wie die Lehrlinge, Kellner, Kammerdiener u. s. w. in den Städten. Jene erleiden durch das Barfussgehen keinen Schaden, ihre natürliche gewölbte Fussform wird im Gegentheil dadurch erhalten, während diese eben ihrer durch Absätze vorher verdorbenen Füße wegen das Stehen und Gehen ohne Absätze nicht vertragen und auch fernerhin genöthigt sind, letztere als orthopädische Apparate beizubehalten.

Wie in Frankreich, so stehen sich auch in England die beiden scheinbar einander ausschliessenden Ansichten unvermittelt gegenüber. Im Septemberheft des Jahres 1886 der Zeitschrift »The Lancet« erschienen zwei unserem Gegenstand gewidmete Mittheilungen von M. P. Mayo Collier und T. S. Ellis.

M. Collier<sup>1)</sup> konstatirt daselbst, dass der Kalkaneus in seiner normalen Stellung auf horizontaler Fläche den mit ansehnlichem Gewicht belasteten Talus tragen kann ohne Hilfe von Bändern oder anderen Befestigungsmitteln, und dass eine Bewegung des Talus auf dem Kalkaneus nach vorn dabei unmöglich sei. Werde dagegen die Kalkaneusfläche durch Absätze nach vorn geneigt, so rutsche der Talus nach vorn und die Bänder würden gespannt und wenn dies lange dauere, atrophisch und verlängert. Die Ursache der Entstehung des Plattfusses sei daher nicht in einer Erschlaffung der Bänder, sondern in den abnormen Verhältnissen der Knochenstellung beim Gehen und Stehen auf Absätzen zu suchen, besonders wenn letzteres anhaltend geschehe, wie bei Kondukteuren der Pferdebahn, Handlungspersonal u. s. w. Wenn Dr. Little sage, dass ein mässiger Grad von Valgusfuss bei den Mädchen gewöhnlich sei, besonders in den oberen und mittleren Ständen, dagegen weniger häufig bei den Knaben, so komme dies davon, dass der hohe Absatz bei diesen Ständen häufiger sei als bei den niederen und häufiger beim weiblichen Geschlecht als beim männlichen.

Um also der Entstehung des Plattfusses vorzubeugen, gibt M. Collier den Rath, keine Absätze zu tragen, sondern den Schuh flach bauen zu lassen. Ist aber der Plattfuss schon entstanden, so soll nach ihm ein gut geschnürter Stiefel getragen werden mit einer Sohle, die vorn ein Zoll dick nach hinten allmählich niedriger wird und ein bis zwei Linien vor der Ferse endigt. Auf diese Art soll die Kalkaneusfläche ihre normale Neigung erhalten und das Körpergewicht in passender Weise aufnehmen.

---

1) The Lancet, 1886, 4. Sept., M. P. Mayo-Collier, On the causes and prevention of flat-foot.



T. S. Ellis<sup>1)</sup> legte, um die zolldicke Sohle M. Collier's zu imitiren, bei einem horizontal aufstehenden weichen Plattfuss, wie er bei Kindern zu finden ist, die Hand unter den Vorderfuss und fand dabei die Difformität nicht vermindert. Liess er aber das Kind auf die Fussspitze stehen, so war das Gewölbe sofort hergestellt, weil ausser den Muskeln, die beim einfachen Stehen funktionirten, nun auch der Tibialis posticus, die langen Beuger der Zehen und die Peronei in Thätigkeit seien. Die Bänder seien damit erleichtert und auf solche Weise könne in der That das Gewölbe bei Kindern, bei denen es schwerlich vorhanden sein dürfte, hergestellt und auch erhalten werden. Kräftiges und richtig geleitetes Ueben der Muskeln und nicht möglichste Ruhigstellung des Fusses sei daher die wahre Behandlung. Der Patient soll beim Sitzen oder besser beim Liegen den Fuss kräftig drehen und die Zehen viel beugen. Arzt oder Wärter sollen gelegentlich Widerstandsbewegungen ausführen lassen. Er soll lernen auf den Zehen zu gehen und zu stehen. Ein über eine Rolle laufendes Gewicht heben, damit der Zehenstand durch theilweise Aequilibrirung des Körpergewichts möglichst extrem ausgeführt werden könne, oder ein Rad drehen, das so hoch angebracht ist, dass der Kurbelgriff mit der Hand gerade noch erreicht werden kann, empfiehlt Ellis als die besten Uebungen. Der Patient soll sich ferner viel im Sprunglauf üben, aber ungehindert auf Schuhen ohne Absätze und unter Vermeidung von Ermüdung.

Die Erhebung des Vorderfusses auf eine zolldicke Sohle habe eine unnatürliche Stellung des Fusses zur Folge und verhindere ebenso ein gutes Gehen, wie die Herstellung der Fusswölbung.

Hohe Absätze, so wenig sie in mancherlei Hinsicht zu empfehlen seien, müssten nicht nothwendig zur Plattfussbildung führen, ausgenommen bei spitzigen Schuhen, wo die Beugemuskeln nicht zur Aktion kämen oder wenn das Körpergewicht auf den Fersen ruhe. Nach dem Ausspruche von Max O'Rell gingen die Engländerinnen auf den Fersen, die Französinnen auf den Zehen. Ellis erwähnt, dass diese quiekende Gummibälle unter beiden Fersen befestigen, um unter Vermeidung des Quiekens den Zehengang zu üben. Bei diesem Gehen und Stehen auf den Zehen komme Plattfuss nie vor. Sir James Paget, dem er diese Mittheilung verdanke, habe sie von einem Tanzmeister in Windsor erfahren.

Ellis selbst musste nach einem Unfall sechs Jahre lang einen lästigen Apparat tragen und war nach dieser Zeit nicht besser daran als vorher. Da entschloss er sich, nach seinen Prinzipien ohne Apparat vorzugehen und brachte es in einem halben Jahre so weit, dass sein Fuss ihm keine Beschwerden mehr machte und so gut brauchbar war, wie früher.

1) The Lancet, 1886, 25. Septbr., T. S. Ellis, Nature and treatment of flat-foot.



Mayo Collier war offenbar damit, dass er den Beginn der Plattfussbildung in der Gelenkverbindung zwischen Talus und Kalkaneus suchte und die Atrophie und Verlängerung der Bänder als Folge der abnormen Knochenstellungen beim Gehen und Stehen auf Absätzen betrachtete, auf dem richtigen Wege. Allein die zur Zeit herrschende Theorie der Gelenkmechanik war ihm für die objektive Verfolgung der Verhältnisse hinderlich. Der Talus rutscht auf einer normalen Kalkaneusfläche nicht herab, wenn dieselbe auch noch so sehr geneigt wird und andererseits verhindern die bei Plattfuss eingetretenen Veränderungen das Zustandekommen der normalen Gelenkstellung zwischen Talus und Kalkaneus, wenn dessen Fläche durch Stehen auf Schuhen ohne Absätze ihre normale Neigung erhält oder durch Erhöhung des vorderen Endes der Sohle dieselbe noch überschreitet. Richtig ist desshalb die aus unmittelbarer Beobachtung des Verhaltens des Talokalkanealgelenkes bei Absätzen hervorgegangene Verurtheilung der letzteren bei normalen Füßen, während die auf theoretischer Kombination basirende Empfehlung der Neigung der Schuhsohlenfläche nach hinten für bereits plattfussartig deformirte Füße sich nicht bewähren dürfte.

Ebenso trifft T. S. Ellis's Ansicht, dass der hohe Absatz nicht nothwendig Plattfuss erzeugen müsste, nur bedingungsweise zu — wenn er nemlich beständig getragen wird und wenn, was wohl nicht mehr zulässig, unter Plattfussdeformirung nur die Flachlegung des Fussgewölbes, nicht aber die sie bedingende und ihr vorausgehende Störung im Bau des Talokalkanealgelenks mitverstanden wird.

Andererseits bestätigt die Erfahrung an sich selbst und Anderen das Zutreffende seiner Methode, bei bereits vorhandenem Plattfuss den Fersentheil des Fusses zu erheben und die Muskeln durch Uebung zu kräftigen.

---



## X.

### Die übrigen erworbenen Fussdifformitäten.

#### § 24.

Dadurch, dass bei der Plattfussdeformirung die Funktion des Talokalkanealgelenks gestört ist, der Talus auf dem aus seiner Gleichgewichtsstellung gerathenen und durch das Körpergewicht in immer stärkere Pronationsstellung gedrängten Kalkaneus mehr und mehr bis zur endlichen Schliessung des Sinus tarsi herabsinkt, wird der im Anfang der Plattfussbildung stets bewegliche Fuss verlängert und die Verlängerung besonders des inneren Fussrandes kann sich in einigen Fällen bis zu 2—3 cm steigern.

Nun geben aber die Schuster dem Maasse, das sie vom unbelasteten Fuss während des Sitzens oder dem nicht ermüdeten und während der kurzen Dauer des Maassnehmens möglichst stramm aufgestellten Fuss abgenommen haben, in der Regel nur 1 cm zu. Der dem Fuss eng anliegende gut gewölbte neue Schuh hält denselben eine Zeit lang in seiner natürlichen Form auch beim Gehen und Stehen, und Kunde und Schuster sind zufrieden. Je mehr aber der Schuh durch den unter dem Körpergewicht an Länge und Breite zunehmenden Fuss in seinem hintern und mittleren Theil ausgedehnt wird, desto mehr sinkt der Fuss im Gewölbe herab und verlängert sich. Die Zehenspitzen rücken immer weiter nach vorn und wenn ihnen die Länge des Schuhs das Vorrücken nicht mehr erlaubt, so krümmen sich die Zehen auf- oder abwärts, oder biegen sich seitlich ab.

Da der äussere Fussrand, wenn er einmal abgeflacht ist, seine ursprüngliche Form durch willkürliche Muskelkontraktionen nicht wieder so leicht herstellen kann, wie das innere Fussgewölbe (m. peron. long.), so ist auch die Länge des ersteren keinen so starken Schwankungen unterworfen, wie die des inneren Fussrandes und es machen sich desshalb die Folgen derselben in erster Reihe an der grossen Zehe geltend. Der Schuh, welcher weder für das Wachsthum des Fusses, noch für dessen abnorme Verlängerung berechnet ist, ist zu kurz und die grosse Zehe stösst beim Stehen und beim Gehen mit jedem Schritt an der Schuhspitze an.



Ist der Grad der Verlängerung nicht sehr bedeutend, so wird gewöhnlich nur die Endphalange der Zehe lateralwärts abgebogen; ist er erheblich, so betrifft die Ablenkung die erste Phalanx und es entsteht die Abduktionsstellung der grossen Zehe, der Hallux valgus. Sie wird von der normalen Richtung abgelenkt, mit der Spitze lateralwärts gegen die zweite Zehe gedrängt, der sie anfangs ihre eigene fehlerhafte Stellung mittheilt, um sich später bei weiterem Fortschreiten des Uebels schief unter sie oder über sie weg zu legen. Die Gelenkfläche der Basis der ersten Phalanx verlässt ihre Gegenfläche am ersten Mittelfussköpfchen und wandert allmählig unter Nearthrosenbildung um letzteres herum nach der der zweiten Zehe zugewandten Seite. Der Knorpelüberzug der ehemaligen Gelenkfläche des Köpfchens, die nur noch von der erweiterten Kapselmembran und vom Ligamentum laterale internum bedeckt ist, schwindet oder verwandelt sich in fibröses Gewebe. Die mit der fortschreitenden Ablenkung zunehmende Zerrung an der medianwärts stark vorspringenden Gelenkparthie führt zu Reizungen des Periosts und es bilden sich Knochenauswüchse und -Verdickungen auf der medianen und dorsalen Fläche des Gelenkkopfes. Auch die Rolle für die Sesambeine ändert ihre Richtung, die Sehnen der Flexoren gleiten lateralwärts ab und vermehren im Verein mit den Extensoren die Schiefstellung der Zehe direkt durch ihren Zug. In Folge der Reibung und des Druckes von Seite des Oberleders auf das stark nach innen prominirende Mittelfussköpfchen bilden sich ein oder mehrere übereinanderliegende und öfters miteinander kommunizirende Schleimbeutel unter der Haut, die sich unter dem Einfluss von Kälte und Nässe entzünden und als blaurothe, stark gespannte, glänzende und gegen Druck empfindliche Geschwulst die schon bestehende Hervortreibung der Gelenkgegend vergrössern. Durch fortgesetzte mechanische Reizung kann es zu Perforation derselben nach aussen mit Fistelbildung, in seltenen Fällen sogar zu kariöser Erkrankung des Gelenkes kommen. Auf der Oberfläche der Haut entstehen ferner in Folge des beständigen Hin- und Herschiebens der Geschwulst während des Gehens unter dem Oberleder sehr leicht Blasen und Schwielen. Wegen dieser sekundären Veränderungen ist der Hallux valgus bekannt unter dem Namen Frostballen.

H. v. Meyer, welcher die Verlängerung des Fusses bei der Plattfussbildung nicht zugibt, da er dieselbe als einfaches Umlegen des Gewölbes erklärt, beschuldigt die fehlerhafte Form des innern Sohlenrandes wie auch des Oberleders, das seine grösste Höhe in der Mitte habe, als hauptsächliche Ursachen für die Entwicklung des Hallux valgus.

Weicht der innere Sohlenrand gegen die Spitze hin lateralwärts ab, so wird er allerdings der sich vorschiebenden grossen Zehe dieselbe Richtung ertheilen. Dessgleichen kann auch die



Form des Oberleders, das seine grösste Höhe in der Mitte hat, von wo es nach beiden Seiten flach abfällt, die Deviation der grossen Zehe begünstigen. Allein diese beiden Faktoren sind niemals weder für sich allein noch zusammen im Stande, die geschilderte Verunstaltung des Grosszehenballengelenks herbeizuführen. Sie lenken wohl die Zehe gegen die falsche Richtung hin, jedoch immer nur bis zu einer Grenze, innerhalb welcher die entstellende Prominenz der Gelenkgegend nach innen nicht entsteht. Ausserdem holt der sich ausdehnende Fuss das nachgiebige Leder des neuen Schuhs so gründlich von dessen Spitze her nach dem mittleren Theil hin, dass auch bei breiter Form des Vordertheils, ja selbst dann, wenn nach H. v. Meyer die höchste Höhe des Oberleders an den inneren Fussrand verlegt wurde, zu der Zeit, wo die grosse Zehe in dem ausgedehnten Schuh vorrückt, zu wenig Raum unter demselben am inneren Rand der Spitze vorhanden ist, und die Ablenkung der Zehe lateralwärts in Folge dessen eintritt. Der Rath, den innern Schuhrand entsprechend dem innern Fussrand in gerader Richtung nach vorn laufen zu lassen und die höchste Höhe des Oberleders dorthin zu verlegen, wo auch der Fuss seine höchste Höhe besitzt, nämlich am innern Fussrand, ist daher zwar rationell, allein die Verstösse gegen diesen seinen Rath werden von H. v. Meyer in ihrer Bedeutung für die Entstehung des Hallux valgus überschätzt, wenn er sie als die Hauptursachen desselben bezeichnet. Als solche ist ausschliesslich die ungenügende Länge des Schuhs zu betrachten, während jene nur die Disposition für das Leiden schaffen, das übrigens auch ohne sie sich ausbilden kann.

Die strenge Unterscheidung zwischen disponirenden und veranlassenden Ursachen ist aber den Schustern gegenüber nicht genug zu betonen, welche im Allgemeinen die Verhütung von Faltenbildung am Oberleder als Ehrensache auffassen und desshalb geneigt sind, den Schuh lieber etwas kurz zu machen und die Ballengeschwulst auf alle möglichen anderen Einflüsse, wie Vererbung, Erkältung u. s. w. weit eher als auf ihre wahre Ursache zu schieben.

Die grosse Dehnbarkeit und Beweglichkeit während des Wachstums lässt die Deviation der Zehe allmählig bis zu einem Grade sich entwickeln, der einer Luxation im Gelenk gleichkommt, ohne nur im Geringsten Schmerzen oder Beschwerden, sofern sie nicht durch direkten Druck der Bekleidung bedingt sind, zu veranlassen. Das Gelenk gibt dem von hinten und vorn her zusammenschiebenden Druck so leicht nach, indem es sich seitlich ausbiegt, dass nicht einmal der Nagel der grossen Zehe durch das Anstossen merklich belästigt wird.

Nach vollendetem Wachsthum des Körpers dagegen, wenn die Weichtheile des Gelenkes der weiteren Ausbiegung mehr Widerstand leisten, kommt zur Ballendifformität auch noch die unter der



Bezeichnung »Eingewachsener Nagel« »Incarnatio unguis« bekannte Affektion, welche ihrerseits wieder eine reiche Quelle beständiger Schmerzen und Funktionsstörungen des Fusses bildet. Sie besteht in einer Verschwärung am medialen, seltener am lateralen Nagelrand der grossen Zehe, welche durch den Druck des Oberleders auf die Weichtheile an der Seite des Nagels hervorgerufen wird. Gegen eine Schnittecke desselben angedrängt, werden jene wund, es tritt Schwellung, Granulation und Eiterung ein, die vom Nagelrand als fremdem Körper unterhalten wird. Ausser dem Druck des Oberleders von der Seite her trägt bei schon ausgebildetem Leiden auch das feste Anpressen der unteren Fläche des Endgliedes der grossen Zehe auf die nach oben gerichtete Spitze der Sohle zur Vermehrung desselben bei.

Indem die grosse Zehe sich auf Kosten der kleinen Platz schafft, krümmen und verlagern sich diese in der verschiedensten Weise und gerathen unter und übereinander, da sie sich bald medianbald lateralwärts abbiegen und endlich dauernd in ihrer fehlerhaften Stellung verharren.

Es kann ferner zur Flexionskontraktur der Zehen, besonders leicht der zweiten Zehe kommen, bei welcher die erste Phalanx in dorsaler Beugung aufgerichtet, die übrigen Phalangen plantarflektirt sind. Die Spitze der Zehe ist gerade nach unten gerichtet, ihr Rücken bildet einen winkligen Vorsprung nach oben; durch Druck und Reibung von Seite des Oberleders entstehen auf ihm Blasen, Schwielen und Hühneraugen. In hohem Grade lästig sind die krampfartigen Schmerzen dieser unter der Bezeichnung »Hammerzehe« bekannten Kontraktur. Bei längerem Bestehen derselben formen sich die Gelenkflächen unter arthritischen Erscheinungen der pathologischen Stellung entsprechend um, so dass keine gleichmässig gleitende Bewegung und Einstellung des Gelenks mehr möglich ist, sondern nur ein unter Abhebung der Flächen voneinander stattfindendes federndes und schmerzhaftes Einschnellen und den Beschwerden dann nur noch durch partielle Resektion oder durch Amputation der Zehe abzuhelpen ist.

Nur zu bekannt sind weiter die Hühneraugen oder Leichdorne, Clavi.

Die Haut, welche vorspringende Stellen des Skelettes bedeckt, wird durch Druck und Reibung an gegenüberliegenden Theilen, meist aber vom Oberleder beständig gereizt. Die Epidermiszellen der Hornschicht vermehren sich lebhaft und bilden eine besonders im Centrum durch Austrocknung und Verhornung harte, scharf umschriebene Neubildung bis zur Grösse einer kleinen Erbse, welche nach aussen und in die Tiefe des Coriums hineinragt und durch Druck auf die Papillarnerven der Haut grosse Schmerzen verursacht. Unter ihr entstehen häufig Schleimbeutel, die mit dem Gelenk und



mit Sehnenscheiden in offener Verbindung, sich entzünden, vereitern und Fisteln bilden oder durch Verletzung bei unvorsichtigem Beschneiden der Hühneraugen mit Unterlassung der Vorschriften der Antiseptik zur Lymphangoitis mit ihren Folgen führen können.

Das beständige Kratzen mit den Nägeln der klauenartig verbogenen Zehen auf der oberen Fläche des aufgerichteten vorderen Endes der Schuhsohle irritirt das Nagelbett und es wachsen besonders gerne unter den Nägeln der zweiten und dritten Zehe gerade oder gewundene, Thierhörnern ähnliche Hauthörner, *Cornea cutanea* hervor, die bis 2 cm lang und 0,5 cm dick werden können. Einmal bis zu einer gewissen Grösse gediehen, verursachen sie bei ihrer Bewegung durch Zerrung des Mutterbodens sehr empfindliche Beschwerden.

Alle diese Störungen sind dadurch bedingt, dass der sich verlängernde Fuss die Zehen unter die Schuhspitze hineinschiebt, wo sie keinen Platz finden theils wegen der schon an sich spitzigen Form, theils weil das Oberleder auch bei breiter Form durch den sich ausdehnenden mittleren Fussbezirk nach den Seiten und nach hinten gezogen wird, und wo sie wegen der ungenügenden Länge der Schuhe vorn anstossen.

Ebenso wichtig wie die Form des inneren Schuhrandes für die grosse Zehe ist darum auch diejenige des äusseren für die kleinen Zehen, ja im Grunde noch wichtiger, da diese sich der Form viel eher fügen müssen, mit welcher zugleich auch die Länge des äusseren Schuhrandes gegeben ist. Lässt man diesen statt der geraden Richtung nach vorn medianwärts sich abkrümmen von der Stelle an, welche die kleine Zehe in unbelasteten Zustand des Fusses einnimmt, so findet sie beim Stehen und Gehen in Folge der Verlängerung desselben keinen Platz, wie es thatsächlich bei der v. Meyer'schen Sohlenform der Fall ist.

Da bei einem plattfussartig deformirten abnorm beweglichen Fuss während des Stehens ein sehr lebhaftes Spiel der langen Unterschenkelmuskeln stattfindet, so wird durch die Anschwellung der Muskelbäuche das Blut der tief gelegenen Venen in die oberflächlichen Hauptvenen getrieben, die desshalb meist erweitert sind, variköse Anschwellungen zeigen und der Haut eine bläuliche Färbung ertheilen.

Das feste Einpressen des sich ausdehnenden hinteren und mittleren Fussabschnittes in den noch neuen Schuh, das Schnüren desselben, um den fehlenden inneren Halt durch Druck von aussen zu ersetzen, Gummizüge, die das Vorrutschen des Fusses im Schuh verhindern sollen — erschweren den Rückfluss des venösen Blutes auch aus den oberflächlichen Hautvenen und verursachen den so lästigen Fusschweiss. Auf der stets feuchten, theilweise mazerirten und leicht blutenden Haut bilden sich durch das fortgesetzte Scheuern



an der Innenfläche des Oberleders beim Gehen Blasen an hervorragenden Stellen, hinten an den Fersen, innen auf der Ballengeschwulst, oben auf der Dorsalfläche der übereinander gebeugten Zehen.

Aus diesen Ausführungen ersehen wir, dass die in ihrer grossen Mehrzahl auf das Tragen von Absätzen im frühesten Kindesalter und während des Wachstums zurückführbare Schädigung des Gewölbebaues sehr zahlreiche, höchst quälende und mitunter gefährliche und meist das ganze Leben hindurch fortbestehende Leiden im Gefolge hat, indem sie einerseits die Plattfussbildung mit ihren Uebeln hervorruft, andererseits alle soeben erwähnten entstellenden und schmerzhaften Difformitäten auch des vorderen Fussabschnittes verschuldet. Diese letzteren erreichen durchschnittlich einen um so höheren Grad, je weniger die Plattfussdeformirung vorzuschreiten droht, je kräftiger die Muskulatur entwickelt und je beweglicher die Fussgelenke sind, während man ihnen dort weniger begegnet, wo die Beweglichkeit der Gelenke frühzeitig beschränkt, die Muskeln desshalb in ihrer Ausbildung zurückgeblieben, die Plattfussformen in ihren einzelnen Entwicklungsphasen mehr fixirt sind, und desshalb die Länge des beim Gehen und Stehen belasteten Fusses von derjenigen des freischwebenden nur wenig differirt. Dafür traten hier die Beschwerden des Plattfusses als solchen mehr in den Vordergrund, da dieser sich leichter zu höheren Graden weiter entwickelt und grössere Geneigtheit zum Kontraktwerden besitzt.

---

## XI.

### Zur Behandlung des Anfangsstadiums des erworbenen Plattfusses.

#### § 25.

Die Kenntniss der Funktionen der Gelenke, Muskeln und Bänder des Fusses leitet uns auf die Grundsätze, welche bei Behandlung der Störungen des Mechanismus zu befolgen sind, wenn diese durch Schädigung des Apparates bei unzweckmässigem Gebrauch desselben entstanden sind.

Dass wir dabei in erster Linie die Muskelthätigkeit in Rechnung bringen müssen, dürfte nach unserer im Vorhergehenden niedergelegten Auffassung der Gelenkmechanik keinem Zweifel unterliegen.



Sowohl anatomisch wie funktionell ist die Muskelaktion der letzteren angepasst und wie sie im Verein mit der Schwerewirkung die Gelenkflächen entsprechend den ihnen durch äussern Zwang fehlerhafter Fussbekleidung aufgedrängten abnormen Bewegungsbahnen umformt und sie modellirend den letzteren anpasst, so ist sie auch umgekehrt im Stande, bei ungehinderter allseitig freier Funktion nach Beseitigung der Hindernisse die noch im Anfangsstadium begriffene pathologische Verbildung der Gelenkflächen wieder zur normalen Form zurückzuführen. Dies kann aber die Fussmuskulatur nicht sofort durch sich selbst erreichen. Es müssen ihr hiezu die Muskeln der über ihr befindlichen Körpertheile behilflich sein. Beim Gehen sowohl wie bei andern Körperbewegungen wird immer die Aktion von den centralen Theilen des Gesamtbewegungsapparates aus eingeleitet und schreitet von hier in automatischer Weise nach den peripheren Theilen der Extremitäten weiter.

Wie ich in meiner Abhandlung »*Ueber das Gehen und die Beziehung zwischen Form und Bewegung*« gezeigt habe, geschieht die Bewegung in sämtlichen Gelenken, der Wirbelsäule, des Beckens, des Ober- und Unterschenkels ebenso wie beim Fuss immer um die drei Raumachsen zugleich. Es giebt bei freier automatischer Bewegung aller dieser Körpertheile keine Drehung um nur eine Achse. Flexion und Extension verbinden sich stets mit Rotation um die Längsachse nach rechts oder links und mit Ab- oder Adduktion. Das Prinzip der Torsion und Detorsion, das ja durch seinen dehnenden und wieder entspannenden Einfluss auf die ihm angepassten Muskeln die Bedingung ist für den kontinuierlichen automatischen Ablauf periodischer Thätigkeiten des Apparates, kommt in allen seinen Theilen zur Geltung. In demselben Sinne, in dem die Bewegung von den dem Centrum näher gelegenen Theilen, der Wirbelsäule oder dem Becken, begonnen wurde, pflanzt sie sich durch die Extremität bis zum Fuss fort. Dreht sich beim Durchschwingen des Beines die entsprechende Beckenseite nach hinten, so rollen auch Ober- und Unterschenkel um ihre Längsachsen nach aussen.

Indem sich so immer der nächstfolgende Abschnitt in demselben Sinne wie der vorhergehende dreht, werden von den beiden sich durchkreuzenden Spiralsystemen, denen sie ihre Form verdanken, das eine torquirt, das andere detorquirt. Das mit den äussern Rollmuskeln und dem m. vastus externus gleichlaufende, von hinten aussen nach vorn innen und abwärts ziehende System habe ich äusseres oder dynamisches, das sich mit ihm kreuzende, der Richtung der medianen Schenkelmuskeln entsprechende inneres oder statisches System genannt.

Ersteres wird von der Mitte des Vorschwingens des Beins in Folge der von Abschnitt zu Abschnitt fortschreitenden Rotation



nach aussen detorquirt und während diese Detorsionsbewegung sich beim Becken, Ober- und Unterschenkel auf Hüft-, Knie- und Fussgelenk konzentriert, vollzieht sie sich beim Fuss skelett vermöge seiner Gliederung gleichmässig dessen Kontinuität entlang. Wir haben gesehen, dass der formbeherrschende äussere spiralige Zug der Fussknochen beim vorschreitenden Bein von der Ferse gegen die Fusspitze hin aufgedreht wird. Damit hat gleichzeitig das innere oder statische System durch Torsion die genügende Festigkeit erlangt, um das Körpergewicht aufzunehmen. Der mit der Ferse aufgesetzte Fuss lässt sich mit seinem äussern Rand auf den Boden herab und wälzt sich alsbald nach Aufnahme der Körperlast auf seinen innern Rand. Hiemit kehrt die Rotation im Fuss skelett nach aussen in die entgegengesetzte Richtung nach innen um und pflanzt sich jetzt umgekehrt vom Fuss nach oben hin zum Becken und zur Wirbelsäule fort. Das innere statische System, das sich in Torsion befindet, wird detorquirt und in demselben Maasse wird das bisher detorquirte äussere oder dynamische System für die Kraftleistung des Abstossens in Torsion versetzt. Hat diese mit der Drehung der entsprechenden Beckenseite nach vorn ihren höchsten Grad erreicht, so wird der Fuss auf den Ballen und schliesslich auf die Spitze der grossen Zehe gehoben. Sofort nach Abheben der Fusspitze vom Boden dreht sich das torquirte äussere System von unten her wieder auf, erreicht nahe der Mitte des Durchschwingens die Gleichgewichtsform der Ruhelage, um dann von hier an wieder seine Detorsion zu beginnen.

Mit diesen torquirenden und detorquirenden Bewegungen um die Längsachsen der einzelnen Abschnitte der Extremität vereinigen sich aber in Hüfte, Knie- und Fussgelenk, ebenso wie bei den einzelnen Gelenken des Fuss skelettes auch die übrigen beiden Rotationen, um eine frontale Achse als Beugung und Streckung, und um eine sagittale als Ab- und Adduktion und ihre Kombination ist theils durch die Zwangsläufigkeit der Gelenke, theils durch die Anordnung der Muskulatur und des Bandapparates keine willkürliche, beliebig veränderliche, sondern eine gesetzmässig bestimmte: das abstossende Bein wird im Hüft- und Fussgelenk gestreckt, im Knie gebeugt und übereinstimmend mit der Hebung der entsprechenden Beckenseite stellen sich Ober- und Unterschenkel in Abduktion. Während des Vorschwingens streckt sich das Knie und Hüft- und Fussgelenk beugen sich, die Beckenseite wird gesenkt und Ober- und Unterschenkel adduziert. Diese Bewegungen erreichen erst während des Aufstehens ihr Ende, um dann wieder in die entgegengesetzten des Abstossens überzugehen.

Die soeben geschilderten Phasen des gehenden Beines gehören derjenigen Gangart an, welche ich als eigentlich normale oder typische bezeichnet habe, weil bei ihr der Gesamtbewegungs-



apparat in allen seinen Theilen eine gleichmässige, dem anatomischen Bau und der physiologischen Funktion entsprechende Verwendung findet. Indem ich betreffs derselben auf die in der citirten Abhandlung gegebene Darstellung verweise, beschränke ich mich hier auf die Charakterisirung des günstigen Einflusses dieser Gangart auf die der normalen Gelenkmechanik harmonische Entwicklung der Fussmuskulatur.

Durch die beim Abstossen stattfindende periodische kräftige Hebung der Ferse (Fig. 39) kommen die Wadenmuskeln und durch Vermittlung des Kalkaneus sowie des Ligamentum calcaneocuboideum plantare auch die kurzen Sohlenmuskeln in lebhafte Aktion, und weil dabei vorwiegend die äussere Portion des Triceps surae zur Geltung gelangt, so hat auch die in ihrem Sinne gewundene, gleichsam ihre Fortsetzung bildende mediane Hälfte der Sohlenmuskeln Gelegenheit, sich gut zu entwickeln.

Ferner unterhält die während des Aufstehens erfolgende Drehung des Unterschenkels um seine Längsachse einwärts durch Aufwicklung und Dehnung des Muskelbauchs des Tibialis posticus dessen Energie für die Einkeilung des Talus zwischen Tibia und Kalkaneus und damit Offenhaltung des Sinus tarsi.

Durch dieselbe Einwärtsrotation des Unterschenkels wird auch der Peroneus longus aufgewickelt und zu energischer Kontraktion veranlasst, die in dem dehnenden Einfluss des Körpergewichtes auf den innern Gewölbebogen, auf welchen sich der abstossende Fuss wälzt, noch ein weiteres förderndes Moment erhält.

Auch die langen Beuger der Zehen werden durch die stark konvexe Wölbung der Mittelfuss-Zehengelenkgegend in hohen Grad von Dehnung mit darauffolgender kräftiger Zusammenziehung versetzt.

Es werden somit gerade diejenigen Muskeln und Muskelpartien durch Uebung gestärkt und entwickelt, die für die Erhaltung der Integrität des normalen Fussbaues besonders wichtig sind.

Ist nun aber der Fuss mit einem Schuh bekleidet, welcher hohe Absätze hat, so kommt er schon beim Auftreten in die Stellung gegen den Unterschenkel, welche er erst während des Abstossens erlangen sollte, und diese Aenderung in der Flexionsbewegung hat auch eine solche in den beiden sie begleitenden übrigen Rotationen zur Folge, und zwar nicht nur im Fussgelenk, sondern der Reihe nach in allen übrigen Gelenken durch die ganze Extremität hindurch, dergestalt, dass sich jetzt der Mechanismus umkehrt. Das Bein schwingt nach vorn unter Rotation seiner einzelnen Abschnitte um ihre Längsachse einwärts, kommt so zum Auftreten und stösst unter Drehung nach aussen vom Boden ab. Das vorschwingende auftretende Bein bewegt sich bei dieser zweiten Gangart (Gangart nach einwärts, Taf. I der cit. Abhandlung) in allen Gelenken wie das abstossende der ersten Gangart (Gangart nach



aussen, Taf. II) und umgekehrt. Der aufgesetzte Fuss lässt sich auf seinen innern Rand herab und wälzt sich zum Abstossen auf den äusseren. Dabei pflanzt sich die Bewegung der Beine nicht in gleicher Weise auf die Wirbelsäule fort, wie beim typischen Gang. Torsion und Detorsion derselben sind nur gering oder fehlen vollständig, der Rumpf und die oberen Extremitäten schwingen nicht entgegengesetzt, sondern gleich mit den unteren, der Rumpf bleibt in sich mehr unbeweglich. Die Oscillation der unteren Extremitäten geschieht nicht mehr um eine durch sie hindurchgehende Längsachse, wobei sich beide Systeme gleichmässig an ihr betheiligen, sondern gleichzeitig mit der des Rumpfes um eine Achse, welche zwischen beiden Hüftgelenken herabläuft. Die Bewegungen der einzelnen Abschnitte des Beins sind nicht mehr vorwiegend innere, sie werden zum Theil nach aussen projiziert und der abstossende Fuss kehrt unter Reibung seiner Sohlenfläche mit dem Boden die Ferse nach innen und seine Spitze nach aussen.

Die durch den Absatz bereits hochgestellte Ferse wird durch die Wadenmuskeln nur noch wenig gehoben (Fig. 38); diesen fehlt die Gelegenheit zu kräftiger Aktion, sie bleiben sammt den Sohlenmuskeln in der Entwicklung zurück. Dies ist, da die schwache Hebung der Ferse jetzt auf den Ballen der kleinen Zehe erfolgt, in höherem Grade bei den Sohlenmuskeln des inneren Randes der Fall, welchen ebenso wie dem *Peroneus longus* nur noch die geringere und rasch erledigte statische Aufgabe beim Niedersetzen des Fusses zufällt, während die kräftigende dynamische Funktion beim Abstossen von den Muskeln des äusseren Randes übernommen wird.

Auch dem *Tibialis posticus* fehlt jetzt die Bedingung zur Entfaltung seiner Energie während des Aufstehens, da er in Folge der Auswärtsrotation des Unterschenkels von diesem abgewickelt und entspannt wird. Aus demselben Grunde ist auch die Spannung der langen Zehenbeuger vermindert, welche überdies in Folge der beständigen konvexen Vorwölbung der Ballengelenke beim Stehen auf Absätzen bereits dauernd verlängert bei dem geringen Betrag der Hebung der Ferse vor dem Verlassen des Bodens nur noch wenig gedehnt werden können.

Die Muskeln, welchen die Ausbildung, Erhaltung und eventuelle Wiederherstellung der normalen Fussform ganz besonders anvertraut ist, werden somit in ihren Funktionen beeinträchtigt und es ist deshalb für die Rückbildung schon begonnener plattfussartiger Deformierung zum Normalzustand von grosser Wichtigkeit, auf die Gangart zu achten. Die von mir aufgestellte, anatomisch und physiologisch begründete Unterscheidung sämtlicher Gangarten in zwei wesentlich durch die Richtung der torquierenden Drehung bestimmte Hauptformen gewinnt hier eine unmittelbar praktische hygienische und therapeutische Bedeutung.



Man wird also zuerst die Absätze vollständig beseitigen und den Fuss in diejenigen statischen und dynamischen Bedingungen bringen, welche ihm naturgemäss zukommen. Man wird auf jede äussere Nachhilfe zur Verbesserung der Fussform durch den Schuh verzichten, da sie nur eine scheinbare ist und das Uebel stets nur noch schlimmer macht, dagegen den Schuh so bauen lassen, dass er der Form und Grösse des Fusses angepasst ist und dieser sich frei in ihm ausdehnen und ungehindert bewegen kann.

Für die Funktion und Entwicklung der kurzen und langen Sohlenmuskeln ist besonders zu beachten, dass sämtliche Zehen sich frei entfalten können. Die vorn annähernd der durch die Zehen-Enden gebildeten krummen Linie nachgeschnittene Vorder-sole muss so breit sein, dass sie allen Zehen auch dann noch eine Unterlage bietet, wenn sich der Fuss beim Aufstehen verlängert, und dieser Verlängerung wie auch dem Wachsthum des Fusses muss beim Maassnehmen Rechnung getragen werden.

Die Form der Sohle wird sich am besten aus der Umrisslinie des stehenden Fusses ergeben und es dürfte keineswegs zu empfehlen sein, sich für den Sohlenschnitt an eine Längsachse zu halten, wie sie H. v. Meyer zu diesem Zweck aufgestellt hat; denn die Kleinzehenseite verdient ebenso berücksichtigt zu werden, wie die der grossen Zehe. Sehr richtig sagt Schaffer<sup>1)</sup>: »die praktische Längsachse des Fusses geht weder allein durch die grosse Zehe, noch durch die zweite oder dritte Zehe, indem die ideale Längsachse während der Funktion des schreitenden Fusses vom Centrum des Fersenpolsters wie ein Radius zwischen Grosszehenbogen und dem äusseren Fussrand oscillirt.«

Das Oberleder soll weich und geschmeidig sein und in diesem Zustand erhalten werden; unter seine Ränder sollen die Zehen leicht eindringen können. Selbstverständlich darf auch die übrige Fussbekleidung die Zehenbewegung nicht hemmen.

Besondere Aufmerksamkeit ist der Bewegung zwischen Fuss und Unterschenkel zu widmen. Hohe, enganliegende Schäfte mit Gummizügen, oder mit Vorrichtungen zum Knöpfen oder Schnüren sind ihr sehr hinderlich. Sie passen zu hohen Absätzen, auf welchen der Fuss in der Abwicklungsform und -Stellung, die er beim Abstossen besitzt, auch während des Schwingens und Aufstehens verbleibt. Fig. 38.

Bei der hier geforderten Freiheit der natürlichen Bewegung in Schuhen ohne Absätze, Fig. 39, sind sie nicht am Platz und man muss den Schustern gegenüber hieran festhalten, die wohl wissen, dass ihr Erzeugniss durch die Bewegung des Fusses und

---

1) Dr. L. Schaffer, Die Hygiene und Aesthetik des menschlichen Fusses. Wien 1886. Verl. v. W. Braumüller.



die damit verbundene Formveränderung am meisten deformirt wird und deshalb ein begreifliches Interesse daran haben, dieselbe nach jeder Richtung hin einzuschränken. Der Stiefel oder Halbschuh, welcher ausserdem nicht wie die enganliegenden hohen Schäfte die Blutcirculation in den oberflächlichen Venen hemmt, verdient daher vor diesen den Vorzug.

Ebensowenig wie dem hinteren Fussabschnitt soll dem vordern die Abwicklungsform aufgenöthigt werden. Die Vordersohle soll nicht aufgebogen werden, sondern beim Stehen in ihrer ganzen Länge am Boden aufliegen; sie soll dünn und elastisch sein, damit sie die Abwicklungsform nicht annimmt. Statt der starken Doppelsonhle, welche sich durch das Gehen leichter der Länge und Quere nach dauernd konvex wölbt, empfehlen sich zum Schutz der Fusssohle, wenn nöthig, Einlegsohlen. Soll die Fussbekleidung die freie

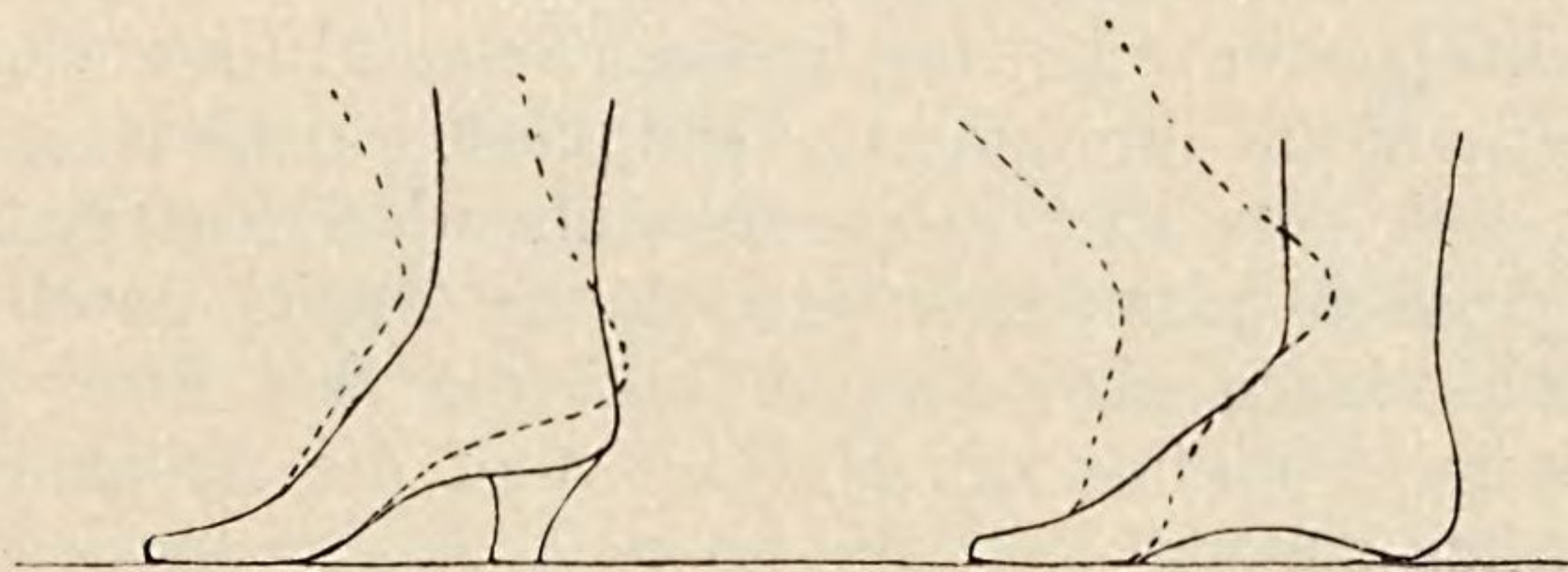


Fig. 38.

Fig. 39.

Bewegung des Fusses gestatten und derselben folgen, so darf die ängstliche Verhütung jeder Faltenbildung des Oberleders nicht zum Grundsatz beim Schuhbau gemacht werden. Vom ästhetischen Standpunkt kann man die zahlreichen Falten, welche der normal geformte und sich bewegende Fuss im Oberleder erzeugt, ebenso schön finden, wie den Mangel jeglicher Faltung geschmacklos. Ist den Muskeln des Fusses durch dessen zweckmässige Bekleidung die Möglichkeit der freien ungehinderten Funktion geboten, dann bleibt noch die orthopädische Aufgabe zu erfüllen, an Stelle der zur Gewohnheit gewordenen fehlerhaften Gangart mit Rotation nach innen die typische, normale Gangart nach aussen treten zu lassen, deren günstiger Einfluss dem Gesamtkörper ebenso wie dem Fuss zu Statten kommen wird. Sein Effekt wird dann nicht nur eine den normalen Leistungen der einzelnen Muskeln entsprechende Ausbildung derselben sein, es werden auch die bedeutend grösseren Exkursionen der Fussgelenke die Gelenkflächen der Knochen in normalen Bahnen und mit der der Gangart eigenen typischen Kombination der drei Rotationen in grösserem Umfang übereinander verschieben und sie modellirend allmählich zur ursprünglichen Gestalt zurückführen. Fleissiges Gehen, Laufen und Springen bei Spielen im



Freien mit angemessenen Erholungspausen, unter Verhütung von Ueberanstrengung und Ermüdung, möglichste Vermeidung längeren Stehens, dazu eine vernünftig geregelte Lebensweise, welche alle schwächenden Einflüsse auf Nerven und Muskeln ausschliesst, werden dann zum Ziel führen.

Aktive Bewegungen des unbelasteten Fusses beim Liegen nach dem Rath von T. S. Ellis werden die Kur unterstützen; dagegen wird man wohl von passiven Bewegungen absehen müssen, da sie immer Zwangsbewegungen sind, welche sich von den durch die eigenen Muskeln veranlassten wesentlich unterscheiden und nie gleichmässig wie diese den ganzen Apparat in Anspruch nehmen, ausserdem leicht zu Zerrungen desselben mit nachfolgender Funktionsstörung eines oder mehrerer Muskeln führen.

Orthopädische Apparate, die bei den weit vorgeschrittenen Formen des Plattfusses, bei welchen an eine auch nur annähernde Wiederherstellung der ursprünglichen Gestalt und Funktion des Fusses nicht mehr zu denken ist, ihre passende Verwendung finden mögen, sind bei den hier in Rede stehenden Anfangsstadien der Verbildung gänzlich auszuschliessen, da sie theils durch ihre Konstruktion, theils durch ihr Gewicht und die Art ihrer Befestigung die gleichmässige Funktion der Muskeln und die normale Bewegung störend beeinflussen.

Bei Gypsverbänden, wie sie schon Roser anlegte, oder anderen festen Verbänden, in denen der Fuss einige Wochen hindurch verbleibt, müsste die Redression nicht durch einfaches Zusammenschieben und Hohlmachen des Fusses, sondern in typischer Weise unter Berücksichtigung der Torsion des vordern gegen den hintern Fussabschnitt ausgeführt werden. Die Muskeln retrahiren sich dabei wohl der neuen Form entsprechend, zugleich werden sie aber auch durch den Nichtgebrauch in ihrer Funktion so beeinträchtigt, dass sie nach Abnahme des Verbandes auch bei anfangs schonenden und vorsichtigen Versuchen ihrer Aufgabe nicht gewachsen sind und weil auch die Gelenkflächen ihre Formen während der Ruhigstellung im Kontentivverband nicht genügend umbilden, so stellt sich die Difformität sehr rasch wieder ein.

Die Kontentiverbände verdienen deshalb keine Empfehlung für den vorliegenden Zweck und auch dem Tragen derselben nur während der Nacht ist die freie und ungehinderte Bewegung des unbelasteten Fusses vorzuziehen.

In denjenigen Fällen, in welchen die Veränderungen im Tarso-Kruralgelenk in Folge der langen Dauer schon weit vorgeschritten sind, wo der Sinus tarsi beim Stehen geschlossen ist und die Projektion des äussern Knöchelumfanges auf den Fussboden stark nach innen von der entsprechenden Stelle der Fusskontour abweicht, wo aus dem einen oder andern Grunde die Möglichkeit oder Gelegenheit



zur Uebung und Entwicklung der Muskeln nicht vorhanden ist und äussere Umstände anhaltendes tägliches Stehen fordern, wird man mit Recht hohe Absätze als orthopädische Apparate anwenden. Der Nutzen derselben beruht, wie früher erwähnt, darauf, dass der pronirte Kalkaneus die Plantarflexion des Talus mitmacht und durch die damit verbundene Supination in eine der Norm sich mehr annähernde Stellung gebracht wird; dass ferner der senkrecht wirkende Antheil der Körperschwere auf das Fussgewölbe ein grösserer wird und dieses durch direktes Zusammenschieben erhält. In Folge der geringen Bewegungen, die ein auf hohen Absätzen stehender Fuss in allen seinen Gelenken beim Gehen macht, verändert er seine Form und Grösse nur äusserst wenig und damit wird auch die Hauptursache für die Entstehung und weitere Ausbildung der im Anschluss an die Plattfussbildung besprochenen übrigen erworbenen Fussdifformitäten am einfachsten beseitigt. Doch wird man immer bedenken müssen, dass der Einfluss der Absätze auf die Bewegungen des Gesamtkörpers, das Wachsthum, die Entwicklung und Erhaltung seiner normalen Formen und Funktionen kein günstiger ist und dass dieser wegen der häufig durch ihn bedingten Störungen des Geburtsverlaufs beim weiblichen Geschlecht noch ganz besonders ins Gewicht fällt.

Die Stellung des Kalkaneus auf dem Absatz kann noch in der auf S. 102 und 103 angegebenen Weise verbessert werden, indem man dessen äussere Seite um einige mm niedriger machen lässt. Es hat diess, wie erwähnt, den Vortheil, dass die Fersenkappe dadurch ebenfalls etwas supinatorisch umgelegt wird und so auch ihrerseits den Kalkaneus in die Korrekturstellung hineinleitet. Da ausserdem letztere auf solche Weise leicht zu kontrolliren ist, so möchte ich der hier vorgeschlagenen Methode vor derjenigen von Starke<sup>1)</sup> den Vorzug geben, welcher eine Aushöhlung des Aussentheils des Fersensbodens empfiehlt.

---

1) P. Starke, Der naturgemässe Stiefel. Berlin 1881.



## XII.

### Schluss.

#### § 26.

Die Untersuchung der Bewegungen des Gesamtkörpers und der Formen der sie ausübenden Organe, welche ich in meiner hier mehrfach citirten grundlegenden Abhandlung niedergelegt habe, hat ergeben, dass die typische Bewegung jedes einzelnen Punktes als eine Kombination zweier Oscillationen in zwei senkrecht zu einander stehenden Richtungen aufzufassen ist, welche in ihren Phasen sich stets entgegengesetzt verhalten, insofern immer die eine Oscillation am Nullpunkt ankommt, wenn die andere die grösste Geschwindigkeit in der Mitte ihrer Exkursion aufweist. Der Effekt dieser Kombination ist eine gleichmässige Geschwindigkeit des sich bewegenden Punktes auf seiner Bahn, deren Form eine sphärische 8 ist.

Indem diese oscillirenden Bewegungen der einzelnen Punkte dem Continuum des Stammes und der Extremitäten folgend sich aneinanderreihen, findet sich stets eine beständig wechselnde Serie von aufeinanderfolgenden Bewegungsphasen auf die Körperabschnitte vertheilt und dieselben Formen, welche die Bewegung einzelner Punkte in der Zeit durchläuft, sind somit auch räumlich in jedem Augenblick vorhanden. Diese aber verändern fortwährend ihre Gestalt, weil sie aus oscillirenden Punkten zusammengesetzt sind, und die Gestaltsveränderung erscheint als abwechselnd durch ihr Continuum hin und her wellenförmig sich fortpflanzende Schlangenbewegung doppelter Krümmung.

Aus einer solchen Bewegung der ursprünglich flüssigen Bildungsmasse hervorgegangen, repräsentiren die anatomischen Formen zwei nach entgegengesetzten Richtungen gewundene, aus Knochen, Muskeln, Bändern u. s. w. bestehende Spiralsysteme und die oben erwähnten Bewegungsformen kommen als abwechselnde Torsion und Detorsion dieser Systeme zum Ausdruck. Der Typus der Bewegung ist ein windender und die Grundgestalt der Organe, speziell der Gelenkkörper, eine conchoidale.



Das Festhalten am Prinzip des kongruenten Schleifens in Verbindung mit dem durch die Kompaktheit des Knochengefüges des Fuss skelettes bedingten entschiedeneren Charakter der Zwangsläufigkeit der Gelenke hat uns bei Untersuchung ihres Mechanismus zu denselben Resultaten geführt. Das Gleiten der Gelenkkörper aufeinander gleichzeitig in zwei zu einander senkrechten Rotationsrichtungen auf doppelt gekrümmten Flächen involvirt eine Drehung derselben um sämtliche drei Raumachsen und der Effekt dieser Kombination von Drehungen erschien beim Talus als Heraus- und Hineinwinden in seine Knochenhöhle unter Zu- und Abnahme der Dimensionen der letzteren und beim gesammten Fuss skelett als abwechselnde Torsion und Detorsion desselben.

Die Form des Taluskopfes liess sich unmittelbar mit derjenigen des Gehäuses einer Weinbergschnecke vergleichen und auch die Formen der konkav-konvexen Flächen zeigten die Merkmale eines schneckenförmigen Baues in der Windung der Fläche nach rechts oder links und in der Abnahme ihrer Breite mit der fortschreitenden Annäherung an den Pol der Windung. Gleitet ein auf einer Kugel kongruent schleifender Körper in äquatorialer und polarer Richtung zugleich, so wird er, sich dem Pol immer mehr nähernd, eine schneckenförmig spiralige Bahn zurücklegen. Von zwei Punkten, welche an deren Ausgangsstelle die Grenzen der räumlichen Ausdehnung der Bahn des gleitenden Körpers in meridionaler Richtung bezeichnen, wird bei konstantem Verhältniss zwischen den Geschwindigkeiten in beiden Rotationsrichtungen der dem Pol fernere Punkt dem andern näher rücken und die Bahn wird entsprechend schmaler werden. Der gleitende Körper wird kongruent schleifend auf derselben sich bewegen, je mehr er sich aber dem Pol nähert, desto mehr mit seinen Rändern über die Bahngrenzen hinausragen.

Die beweglichen drei Raumachsen, um die sich der gleitende Körper dreht, schneiden sich hier im Centrum der Kugel. Bei unseren Gelenkkörpern ist dies nicht der Fall, die Achsen schneiden sich nicht, ihre Grundform ist keine Kugel. Es wird den Mathematikern vorbehalten bleiben, zu ermitteln, unter welchen Bedingungen ein kongruentes Schleifen auch bei Abweichung von der Kugelgestalt noch möglich ist.

Dass ein solches in Wirklichkeit stattfindet, ist zweifellos und die bisherigen Annahmen von Ungenauigkeiten im Bau, von theilweisem Ausgleich derselben durch Kompression des elastischen Knorpelüberzugs, durch Ausfüllung mit Fett, Gelenkflüssigkeit u. s. w. sind als unhaltbare Hypothesen aufzugeben.

Wenn aber für eine exakte mathematische Behandlung der Gelenkformen auch nur im Allgemeinen die Richtung vorgezeichnet werden konnte, welche sie in Zukunft einzuschlagen hat, so entspricht doch die Auffindung des Modus der Bewegung der Gelenke,



speziell des Tarso-Cruralgelenks mit seiner Bedeutung für die statischen und dynamischen Verhältnisse des Fussmechanismus dem praktischen Bedürfniss nach verschiedenen Richtungen hin.

Die für die bisher gebräuchliche Auffassung des Mechanismus räthselhafte Wirkung des *M. tibialis posticus* konnte klargelegt und seine Funktionen wie diejenigen der übrigen Muskeln in direkte Beziehung zu den Gelenkfunktionen gebracht werden. Ihr Verlauf, ihre Anordnung und physikalischen Eigenschaften sind diesen direkt angepasst. Der doppelten Rotation der Gelenkkörper entspricht die Zerlegung des Muskelzugs in einen Antheil in der Richtung seiner Längsausdehnung und in einen senkrecht zum ersten gerichteten im Sinne der Detorsion der Muskeln während ihrer Kontraktion. Indem die Muskeln so eine der Form der Gelenkflächen harmonische Bewegung auslösen, sorgen sie einerseits für die Erhaltung jener, andererseits für den automatischen Ablauf ihrer Thätigkeit, da ihre Kontraktion und Detorsion zu Torsion und Dehnung mit darauffolgender Aktion ihrer entgegengesetzt gewundenen Antagonisten führt.

Aus der Torsionsform des Fuss skelettes und der Zwangsläufigkeit der Gelenke als dem Ausdrucke der Unzertrennlichkeit der beiden Rotationen ergaben sich die statischen Bedingungen, unter denen erstere intakt zu erhalten ist. Diese bestehen in der Sicherung der Gleichgewichtsstellung der vorderen und hinteren Gewölbestützen durch die Muskeln, die somit während des aufrechten Stehens keine grössere Aufgabe zu leisten haben, als die übrigen Körpermuskeln bei der Aequilibrirung des Skelettes und derselben durch einfache tonische Spannung genügen können, weil in Folge der Bewegung sämtlicher Gelenke um die drei Achsen des Raumes alle Muskeln zugleich in tangentialer Richtung angreifend ihren Effekt gemeinsam zur Geltung bringen. Der Einfluss der Schwerkraft auf das Fussgewölbe wird dadurch auf den alleinigen Effekt der Vermehrung der Reibung der aufstützenden Flächen mit dem Boden eingeschränkt, wodurch auch sie der Erhaltung der normalen Gestalt dienstbar gemacht ist.

Die gleichmässige Aktion sämtlicher Muskeln fordert auch die gleichmässige Betheiligung des gesamten Apparates beim Aequilibriren während des Stehens — das Fuss skelett kann nicht auf nur einem oder zwei, sondern muss auf allen Metatarsusköpfchen zugleich aufstehen.

Die konsequente Durchführung unserer Auffassung der Gelenk- und Muskelmechanik führte zur Eruirung der Thatsache, dass der Sinus tarsi beim normalen Fuss während des Stehens offen ist und dass eine Hemmung im Talo-Kalkanealgelenk zum Zweck des festen Einstellens des Knochengefüges weder durch Bänder noch durch Anstemmen der Knochen gegeneinander statt-



findet, sondern dass dasselbe vermöge seiner besondern Konstruktion und seiner Kombination mit dem oberen Sprunggelenk in seiner Stellung verbleibt, so lange die Muskeln ihren Funktionen, den Gewölbebau durch Aequilibrirung zu erhalten, Genüge leisten.

Der scharf ausgesprochene Torsionscharakter des Fuss skelettes liess ferner erkennen, dass es sich bei der Umwandlung des Fusses des Neugeborenen in die bleibende Gestalt des Fusses des Erwachsenen um die Erzielung eben dieser Torsionsform handelt, und mit Berücksichtigung der beim Neugeborenen vorhandenen Längenverhältnisse der Muskeln konnte das Zustandekommen derselben in befriedigender Weise erklärt werden.

Im Gegensatz dazu zeigte sich die Plattfussbildung als Detorsion des Fusses, die in der grossen Mehrzahl der Fälle am hintern Ende des Gewölbes, am Kalkaneus, beginnt, und dadurch veranlasst wird, dass der beständig auf einem Absatz stehende Fuss die durch die Neigung seiner Unterstützungsfläche veränderte Gelenkstellung im Talo-Kalkanealgelenk schliesslich auch dann noch festhält, wenn er in einem Schuh ohne Absatz steht, weil die Verlängerung der Muskeln und Bänder dauernd geworden und die Gelenkflächen in Folge des beschränkten Gelenkverkehrs und des in abnormer Stellung auf immer dieselben Stellen der Flächen ausgeübten Druckes des Körpergewichtes verändert sind — diese Gelenkstellung aber bei dem auf horizontaler Fläche aufstehenden Fuss eine Valgität des Kalkaneus involvirt. Damit ist für die Schwerkraft ein Drehungsmoment im Sinne der Detorsion geschaffen und an Stelle der Aequilibrirung tritt jetzt für die Muskeln die Aufgabe, der entfesselten Schwerkraft das Gleichgewicht zu halten, welcher sie mit einfach tonischer Spannung nicht mehr genügen können.

Es konnte gezeigt werden, wie im weiteren Verlauf als Folge der pathologisch veränderten mechanischen Verhältnisse im Tarso-Cruralgelenk die Detorsion auch auf den Vorderfuss fortschreitet und zuerst der äussere, dann der innere Fussrand platt gelegt wird.

Mit der in den ersten Stadien der Plattfussbildung vorhandenen abnormen Beweglichkeit des Fusses, der Verlängerung desselben in Folge Senkung des Gewölbes bei Belastung mit dem Körpergewicht konnte die Entstehung der übrigen erworbenen Deformitäten und Abnormitäten, des Hallux valgus, der Hammerzehe, der Verlagerung der Zehen, des eingewachsenen Nagels, der Hauthörner, Hühneraugen, Schwielen, Blasen, der Varikositäten und der abnormen Schweissbildung in ursächlichen Zusammenhang gebracht werden.

Die Grundsätze für die Behandlung bereits eingetretener Plattfussbildung ergaben sich von selbst aus denjenigen, welche für die



Gelenk- und Muskelmechanik aufgestellt wurden. Möglichste Herstellung natürlicher Bedingungen für die Funktionen der Statik und Dynamik des Fusses, vor Allem Beseitigung der Absätze, sowie sämtlicher Hindernisse für die normale Stellung und Bewegung des Fusses nebst Vermeidung jeder länger dauernden Einwirkung der Körperlast auf den stehenden Fuss. Dabei kräftige Entwicklung der Muskeln durch Uebung innerhalb der Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit und Befolgung einer vernünftigen allgemein diätetischen Lebensweise.

Insofern die Bewegung des Fusses beim Gehen nur ein gleichartiger Theil der Gesamtbewegung des Körpers ist und die abnormen Verhältnisse, welche den Fuss deformirten, auch zu einer Abart der natürlichen Gangart führten, muss der orthopädische Theil der Behandlung seine Aufmerksamkeit in erster Linie auf die dem Willenseinfluss leichter zugängliche Wiederherstellung der natürlichen Gangart — Gangart mit Drehung der einzelnen Abschnitte des vorschreitenden Beins nach aussen — richten. Bei dieser erfahren einestheils gerade diejenigen, bisher wenig geübten Muskeln eine tüchtige Ausbildung, welchen die Erhaltung des Fussbaues in hervorragender Weise obliegt, andernteils ist der Einfluss der normalen Muskelfunktionen auf die Gelenke im Stande, die pathologisch veränderte Beschaffenheit derselben allmählig wieder zur Norm zurückzuführen. Beide Resultate sind für die Wiederherstellung der Form und Leistungsfähigkeit des Fusses gleich notwendig; denn, nur im Verein mit der an die normale Gestalt der Gelenkflächen gebundenen Zwangsläufigkeit derselben sind die Muskeln im Stande, mit ihrer einfach tonischen Spannung das Fussgewölbe zu aequilibriren.

Die Indikation für hohe Absätze musste sich auf die Fälle beschränken, bei denen eine Rückbildung oder auch nur ein Stillstand des Deformirungsprocesses nicht zu erwarten ist, weil dieser schon zu weit vorgeschritten, oder weil obigen Bedingungen in Folge äusserer Umstände nicht genügt werden kann.

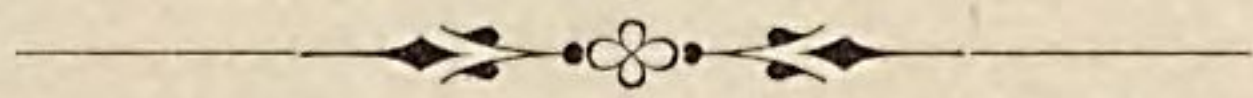
Wenn heute ein Arzt befragt wird, ob Kinder zur Erhaltung und Entwicklung ihrer normalen Fussform und -Funktion während des Wachstums Schuhe mit oder ohne Absätze tragen sollen, so wird er auf der Basis der herrschenden Theorie und indem er Autoren, wie Henke, H. v. Meyer etc. folgt, zu Absätzen rathen. Er wird dadurch zunächst die pathologischen Veränderungen im hintern Fussabschnitt veranlassen, die als erstes Stadium der Plattfussbildung zu betrachten sind. Er wird ferner die allen normal gebauten Kindern mit richtig funktionirenden Nerven und Muskeln eigene typische Gangart nach aussen in diejenige nach innen verwandeln. Weder die Muskeln des Stammes noch die der untern Extremitäten werden sich dann der ursprünglichen Anlage ent-



sprechend gleichmässig entwickeln und auch das Wachsthum und die Ausbildung des ganzen Knochengerüsts werden im Sinne der veränderten Bewegung von der Norm abweichen. Dies wird sich schon bald in den durch die Streckstellung im Fussgelenk geforderten kompensatorischen Stellungen der übrigen Gelenke der untern Extremität und in den stärkeren Biegungen der Wirbelsäule zeigen. Es ist damit die Disposition für Verkrümmungen derselben mit ihren schweren Folgen für Leben und Gesundheit geschaffen, welche ebenso wie die Disposition zur Zerstörung des Fussgewölbes, welche durch die Veränderung im Talo-Kalkanealgelenk gegeben ist, nur der Gelegenheitsursache zur Entwicklung und weiterem Fortschreiten bedürfen.

Die so häufig auch von ärztlicher Seite so leicht genommene Frage nach dem Nutzen oder Schaden der Absätze für die normale Form und Funktion des Fusses hat somit eine eminent hygienische Bedeutung und es wäre zu wünschen, dass die aus der hier entwickelten neuen Auffassung der Gelenk- und Muskelmechanik hervorgegangene Lösung derselben dazu führte, dass die Absätze in Zukunft nur noch als orthopädische Mittel ihre Verwendung finden und dass sie bei den noch normalen Füßen der heranwachsenden Jugend gänzlich beseitigt werden möchten.

Der Rückschluss von der Form und Bewegung des Fusses auf persönliche Eigenschaften, der von Vielen, ob mit Recht oder Unrecht, geübt wird, kann nur dann einen Sinn haben, wenn der Fuss sich seiner ursprünglichen Anlage gemäss harmonisch mit dem übrigen Körper entwickelt hat, nicht aber, wenn er pathologisch deformirt ist. Die Nichtberücksichtigung dieses Verhaltens führt häufig zu ungerechten Vorurtheilen und es mögen die hieraus, sowie aus der herabgesetzten Leistungsfähigkeit erwachsenden moralischen Leiden im Verein mit den zahlreichen physischen den Eltern zur besondern Pflicht machen, die Füße ihrer Kinder vor Schaden zu bewahren.









## Verlag von J. F. Lehmann in München.

---

**Die Kreuzotter, ihre Lebensweise, ihr Biss und ihre Verbreitung.**

Von Dr. A. Banzer. Mk. 1.60.

**Ueber Gallensteinkrankheiten. — Ueber eine seltene Haargeschwulst im menschlichen Magen.** Von Prof. Dr. Bollinger.

24 S. Mk. 1.—.

**Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Blutcirculation in der Schädel-Rückgratshöhle** von Prof. Dr. H. Grashey. 10 Bogen

gr. 4 mit zahlreichen Illustrationen. Preis Mk. 10.—.

**Die Fehlböden (Zwischendecken). Ihre hygienischen Nachtheile und deren Vermeidung.** Von Dr. H. Heinzelmann. Mk. 1.—.

**Ueber die Behandlung chronischer Rückenmarkskrankheiten und die Vorthelle lokaler Kältereize bei denselben.** Von

Dr. R. v. Hösslin. 23 S. Mk. 1.—.

**Bibliographie der klin. Helminthologie.** Heft 1: Echinococcus cysticus.

Heft 2: Echinococcus cellulosae Rud. Heft 3/4: Die Darmcestoden des Menschen. Von Medicinalrath Dr. J. Ch. Huber in Memmingen. Preis jeder Lieferung Mk. 1.80; Subscriptionspreis Mk. 1.50.

**Reform des Bayerischen Mittelschulwesens vom ärztlichen Standpunkte aus.** Von Geheimrath Dr. v. Kerschensteiner. Mk. 1.—.

**Die Prostitution.** Herausgegeben im Anschluss an den Erlass des Kaisers.

Von Dr. med. Miller. Mk. 2.—.

**Ueber infantilen Kernschwund.** Von Dr. med. Moebius. Mk. 1.—.

**Die Schwemmkanalisation in München.** Von M. v. Pettenkofer. 16 S. 1 Mk.

**Acht Thesen gegen die Münchener Schwemmkanalisation.** Besproch. von M. v. Pettenkofer. 16 S. Mk. 1.—,

**Die Kopfnerven von Salamandra maculata im vorgerückten Embryonalstadium.** Untersucht von Baron Jos. v. Plessen u. Dr. med.

J. Rabinowicz. 20 S. Text in 4<sup>o</sup> mit 4 Abbildungen u. 4 lithogr. Tafeln in Farbendruck. Mk. 5.—.

**Erfolge des therapeutischen Hypnotismus in der Landpraxis.** Von Dr.

G. Ringier. Mit einem Vorworte von Professor Dr. Aug. Forel. 216 S. Mk. 5.— broch., Mk. 6.— in Lwd. gebd.

**Ein verbessertes Verfahren der Milch-Sterilisirung.** Von Professor

Dr. F. Soxhlet. 1891. 24 S. gr. 8. 80 Pfg.

**Ueber Wesen und Behandlung der Tabes dorsalis.** Nach einem

Vortrag, gehalten auf dem X. internationalen medicin. Kongress in Berlin. Von Dr. Ad. Strümpell, o. Professor und Direktor der medicin. Klinik an der Universität Erlangen. 22 S. 60 Pfg.

**Zur Behandlung localer tuberculöser Affectionen mit Jodoform-injection.** Von Dr. O. Wedenmüller. 34 S. Mk. 1.—.

**Ueber den Einfluss der klimatischen Boden- und gesellschaftlichen Verhältnisse auf das Vorkommen und den Verlauf der Lungentuberkulose mit besonderer Berücksichtigung der Krankheit in heissen Zonen.** Vortrag, gehalten auf dem X

internationalen medicin. Kongress zu Berlin. Von Dr. H. Weber in London. 20 S. 60 Pfg.



## Verlag von J. F. Lehmann in München.

---

### Lehmann's medicin. Taschenatlanten.

**Bd. I.** Geburtshilfe. I. Theil: Der Geburtsakt, dargestellt in 98 farbigen Tafeln von Dr. O. Schaeffer, Assistent a. d. kgl. Universitätsfrauenklinik in München. Preis eleg. gebd. Mk 4.—.

Alle bei der Geburt vorkommenden Kindslagen sind in fortlaufenden Bilder-Serien (Leporello-Art) entwickelt, sodass man den ganzen Geburtsakt von Beginn bis zum Austritt der Frucht verfolgen kann.

Im Winter 1892 kommt zur Ausgabe:

**Bd. II.** Geburtshilfe. II. Theil: Die Schwangerschaft. Preis Mk. 4.—.

**Bd. III.** Gynäkologie. Preis Mk. 4.—.

---

### Geburtshülffliche Taschen-Phantome.

Von **Dr. K. Shibata.** Mit einer Vorrede von **Prof. Dr. Frz. von Winckel.**

Zweite, gänzlich umgearbeitete, vermehrte Auflage.

VI u. 19 Seiten Text. Mit sieben Textillustrationen, zwei in allen Gelenken beweglichen Früchten und einem Becken. In Lwd. geb. Mk. 3.—.

---

### Die Lehre von den Naseneiterungen

mit besonderer Rücksicht auf die Erkrankungen des Sieb- und Keilbeins und deren chirurgische Behandlung.

Von **Dr. med. L. Grünwald.** Mit 5 Abbildungen. 8°. 167 S. Preis Mk. 4.50.

---

### Die adenoiden Vegetationen des Nasenrachenraumes

(Hyperplasie der Tonsilla pharyngea)

**bei Kindern und Erwachsenen und ihre Behandlung.**

Von **Dr. Jos. Halbeis** in Salzburg. 54 S. gr. 8°. Mk. 2.—.

---

### Die typischen Operationen und ihre Übung an der Leiche.

**Kompendium der chirurgischen Operationslehre.**

Dritte erweiterte Auflage. 388 S. Mit 110 Illustrationen. Eleg. gebd. Mk. 8.—.

Von Stabsarzt **Dr. E. Rotter.**

Die dritte vorzüglich ausgestattete Ausgabe enthält alle neueren Errungenschaften der operativen Technik. Dieselben sind durch ausgezeichnete Illustrationen erläutert und bieten reichen Stoff der Belehrung. Die gesammte Fachpresse hat mit seltener Uebereinstimmung die Vorzüge dieses Werkes anerkannt.

---

### Cursus der topographischen Anatomie

von **Dr. N. Rüdinger**, o. ö. Professor der Anatomie an der Universität München.

Preis broch. Mk. 9.—, geb. Mk. 10.—.

Der klare, kurze, alles wesentliche erschöpfende Inhalt, die prächtigen in Farben ausgeführten Abbildungen und der billige Preis sichern dem Buche, für dessen Gedeihen schon der Name Rüdinger's bürgt, eine gute Aufnahme.

---

### Die objectiven Zeichen der Neurasthenie.

Von Dr. med. **L. Loewenfeld.** Preis broch. Mk. 1.60.

---

### Die Grundzüge der Hygiene

von **Dr. W. Prausnitz**, Privatdocent an der Universität u. d. techn. Hochschule in München.

Für Studierende an Universitäten und technischen Hochschulen, Aerzte, Architekten und Ingenieure.

**Mit 139 Originalabbildungen.** Preis broch. Mk. 6.50, geb. 7.50.

---

### Die Influenza.

**Ihre Geschichte, Epidemiologie, Symptomatologie und Therapie sowie ihre Komplikationen und Nachkrankheiten.**

Mit 4 Tafeln und ausführlichem Verzeichniss der einschlägigen Literatur.

Von **A. Ripperger.** 338 Seiten. Mk. 10.—.



















Boegle, Carl

Die Entstehung und Verhütung der Fuss-Abnormitäten auf Grund einer neuen  
Auffassung des Baues und der Bewegungen des normalen Fusses Mit 39  
Abbildungen

München u. Lpzg. 1893

Chir. 32 pt

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11582902-0